

Boggio, Lucas Antonio

Diseño arquitectónico y cálculo estructural de polideportivo cubierto para 5.000 localidades

**Tesis para la obtención del título de grado de
Ingeniero Civil**

Directores: Ganancias Martínez, Facundo Matías

Fontana, José Marcos

Documento disponible para su consulta y descarga en Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucional de la Universidad Católica de Córdoba, gestionado por el Sistema de Bibliotecas de la UCC.



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CÓRDOBA**

Universidad Jesuita

**DISEÑO ARQUITECTÓNICO Y CÁLCULO
ESTRUCTURAL DE POLIDEPORTIVO
CUBIERTO PARA 5.000 LOCALIDADES**

Cátedra de Trabajo Final – Ingeniería Civil

Autor: Lucas Antonio Boggio

Profesores: Ing. M. Facundo Ganancias

Ing. Marcos Fontana

Año 2020



AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos, por su amor incondicional y su apoyo en cada proyecto que emprendo.

A los profesores, que hicieron apasionante esta carrera y de los cuales aprendí mucho más que el contenido de sus clases.

A los que tuve la suerte de conocer durante este proceso y hoy tengo el orgullo de llamarlos amigos.

Y a los que ya solo están en mi corazón.

¡A todos, muchas gracias!

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 2 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto explicar el proceso de diseño y cálculo estructural de un polideportivo cubierto para la Universidad Católica de Córdoba, fomentando de esta forma la actividad deportiva y recreativa tanto del alumnado como de los directivos de la institución y la interacción entre ellos.

El polideportivo se diseñó con capacidad estimada para 5.000 localidades, de las cuales 100 son adaptadas para personas con movilidad reducida y 100 son adaptadas para personas con sobrepeso, permitiendo la integración y fomentando la inclusión de todas las personas interesadas en el deporte y en los eventos que se realicen en este espacio.

Para el desarrollo de este trabajo, fue necesaria la aplicación de los conceptos aprendidos durante la carrera de Ingeniería Civil, además de las normas y reglamentos deportivos a fines de cumplimentar los requisitos exigidos por cada asociación deportiva, como así también el código de edificación de Córdoba Capital (lugar donde se emplaza el mencionado edificio) y leyes referidas a personas con movilidad reducida y sobrepeso vigentes en el territorio argentino. Para el diseño arquitectónico se empleó el software AutoCAD versión 2016 y para el cálculo de la estructura el software RAM Advanse versión 9.5.

Palabras clave: Polideportivo, Diseño Arquitectónico, Cálculo Estructural, Universidad Católica de Córdoba.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



ABSTRACT

The purpose of this work is to explain the process of structural design and calculation of a sports center covered for the Catholic University of Córdoba, thus promoting sports and recreational activity of both students and managers of the institution and the interaction between them.

The sports center was designed with an estimated capacity for 5,000 locations, of which 100 are adapted for people with reduced mobility and 100 are adapted for overweight people, promoting the inclusion of all people interested in sports and events that are performed in this space.

For the development of this work, the application of the concepts learned during the Civil Engineering career is required, in addition to the sports rules and regulations to the fines of compliance with the requirements demanded by each sports association, as well as the building code of Córdoba Capital (place where the mentioned building is located) and laws referring to people with reduced mobility and overweight in force in the Argentine territory. The software AutoCAD version 2016 was used for the architectural design and the RAM Advanse version 9.5 for the calculation of the structure.

Keywords: Sports Center, Architectural Design, Structural Calculation, Catholic University of Córdoba.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 4 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



I ÍNDICE

IV	INTRODUCCIÓN.....	12
IV.1	OBJETIVOS	14
IV.1.1	OBJETIVOS GENERALES:	14
IV.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	14
V	ENTORNO.....	15
V.1	UBICACIÓN.....	15
V.2	CLIMA	17
VI	DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	19
VI.1	PREMISAS DE DISEÑO	19
VI.2	DEPORTES SUGERIDOS.....	19
VI.2.1	BALONCESTO.....	19
VI.2.2	FUTSAL	22
VI.2.3	BALONMANO (HANDBALL)	26
VI.2.4	TENIS	28
VI.2.5	VÓLEY	30
VI.3	ANTECEDENTES	33
VI.3.1	ESTADIO “CARLOS CERUTTI”	33
VI.3.2	ESTADIO “ORFEO SUPERDOMO”	34
VI.3.3	ESTADIO CUBIERTO DE “TECNÓPOLIS”	36
VI.3.4	LIVERPOOL ECHO ARENA.....	37
VI.4	NORMATIVA EDILICIA	39
VI.4.1	CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE CÓRDOBA (ORD. 9.387/95):	39
VI.4.2	MODIFICATORIA DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN (ORD. 12.519)	58
VI.4.3	PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA (LEY NACIONAL 24.314).....	58
VI.5	PLANTA ARQUITECTÓNICA.....	65
VI.6	ESTEREOESTRUCTURAS:.....	68

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 5 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VII	CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	70
VII.1	ESTRUCTURA METÁLICA	73
VII.1.1	ACCIÓN DEL VIENTO	73
VII.1.2	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.....	75
VII.1.3	ELEMENTOS TRACCIONADOS.....	94
VII.1.4	ELEMENTOS COMPRIMIDOS	95
VII.2	ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	105
VII.2.1	ESQUEMA ESTRUCTURAL	106
VII.2.2	LOSAS	109
VII.2.3	VIGAS	113
VII.2.4	TABIQUEs	143
VIII	FUNDACIONES	148
VIII.1	CÁLCULO GEOMÉTRICO.	152
VIII.2	CÁLCULO ESTRUCTURAL.	156
VIII.3	GRUPO DE PILOTES	158
VIII.3.1	Cálculo de un grupo de pilotes.	158
VIII.3.2	Cálculo de cabezal de un grupo de pilotes.	160
IX	VERIFICACIÓN SÍSMICA.....	174
X	CONCLUSIONES.....	180
XII	BIBLIOGRAFÍA	182

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



II INDICE DE FIGURAS

Figura V-1. Campus de la U.C.C. (en rojo) y de su sede de Trejo (en azul).	15
Figura V-2. Campus de la UCC (en rojo). Predio asignado al polideportivo (en azul).	16
Figura V-3. Fachada de la Biblioteca Jean Sonet SJ en el campus de la UCC.	17
Figura VI-1. Medidas reglamentarias de una cancha de baloncesto.	21
Figura VI-2. Medidas reglamentarias complementarias de una cancha de baloncesto.	22
Figura VI-3. Medidas complementarias de una cancha de fútbol.	24
Figura VI-4. Medidas reglamentarias de la zona de arco.	24
Figura VI-5. Medidas complementarias del banco de fútbol.	25
Figura VI-6. Medidas de la portería de fútbol.	25
Figura VI-7. Medidas reglamentarias de una cancha de balonmano.	27
Figura VI-8. Medidas reglamentarias en metros de una cancha de tenis.	29
Figura VI-9. Medidas reglamentarias de una cancha de voley con área libre delimitada.	31
Figura VI-10. Medidas reglamentarias de una red de voley.	32
Figura VI-11. Interior del polideportivo Carlos Cerutti.	33
Figura VI-12. Interior del polideportivo Carlos Cerutti, en prácticas.	34
Figura VI-13. Interior del Orfeo Superdomo, en prácticas.	35
Figura VI-14. Interior del Orfeo Superdomo.	35
Figura VI-15. Interior del Estadio Tecnópolis, durante prácticas.	36
Figura VI-16. Interior del Estadio Tecnópolis, en preparativos.	37
Figura VI-17. Exterior del Liverpool Echo Arena, en la ciudad de Liverpool, Inglaterra.	37
Figura VI-18. Interior del Liverpool Echo Arena, en la ciudad de Liverpool, Inglaterra.	38
Figura VI-19. Dimensiones de butaca estándar.	40
Figura VI-20. Dimensiones de fila estándar.	42
Figura VI-21. Dimensiones de espacio para silla de ruedas.	43
Figura VI-22. Instalaciones sanitarias.	46
Figura VI-23. Sanitarios para jugadores. (A) y (B) posibles ingresos.	47
Figura VI-24. Espacio de duchado para jugadores (A) y (B) posibles ingresos.	47
Figura VI-25. Dimensiones de los camarines.	48
Figura VI-26. Ancho total de los egresos de esquina.	56
Figura VI-27. Ancho total de los egresos intermedios.	56
Figura VI-28. Ancho de los egresos de la planta inferior.	57
Figura VI-29. Dimensiones de butaca para personas con sobrepeso.	58
Figura VI-30. Dimensiones de la rampa a planta inferior.	61
Figura VI-31. Dimensiones de módulo de estacionamiento adaptado.	64
Figura VI-32. Vista superior del polideportivo.	65
Figura VI-33. Tribuna Superior.	66
Figura VI-34. Tribuna Inferior.	67

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura VI-35. Corte A-A	67
Figura VI-36. Corte B-B	68
Figura VI-37. Estereoestructura modelo	68
Figura VII-1. Dirección principal X del viento	78
Figura VII-2. Dirección principal Z del viento	79
Figura VII-3. Coeficiente de presión externa. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.	85
Figura VII-4. Perfil de la cubierta metálica	85
Figura VII-5. Coeficientes para viento paralelo a la cumbrera.	88
Figura VII-6. Sección transversal de tubos de la estereoestructura.	92
Figura VII-7. Elemento empotrado-libre.	92
Figura VII-8. Esfuerzos internos de un segmento infinitesimal.	93
Figura VII-9. Deformación de pandeo en una barra comprimida.	95
Figura VII-10. Elementos y fuerzas de un arco.	102
Figura VII-11. Esquema de tensor	103
Figura VII-12. Esquema de tabiques de hormigón.	104
Figura VII-13. Barra de acero conformado.	105
Figura VII-14. Planta estructural general.	107
Figura VII-15. Bloque de tribunas 1	108
Figura VII-16. Bloque de tribunas 2	108
Figura VII-17. Bloque de tribunas 3	109
Figura VII-18. Losa maciza sobre vigas.	110
Figura VII-19. Losa maciza sobre columnas con capitel.	110
Figura VII-20. Losa nervurada sobre columnas.	111
Figura VII-21. (1) viguetas prefabricadas. (2) ladrillos cerámicos. (3) capa de compresión.	111
Figura VII-22. Losas de tribuna superior y pasillo central.	111
Figura VII-23. Deformación de una viga simplemente apoyada flexionada.	113
Figura VII-24. Esfuerzos internos de una sección flexionada.	114
Figura VII-25. Comparativa entre contenidos de acero de una sección flexionada.	115
Figura VII-26. Diagrama de carga de vigas simplemente apoyadas.	115
Figura VII-27. Viga V3 del bloque 1	116
Figura VII-28. Sección de la viga V3 del bloque 1.	122
Figura VII-29. Armadura transversal de una viga fisurada simplemente apoyada.	123
Figura VII-30. Armadura transversal de la viga V3 del bloque 1	125
Figura VII-31. Sección de viga A.	129
Figura VII-32. Sección de viga B.	130
Figura VII-33. Sección de viga C.	130
Figura VII-34. Sección de viga D.	131
Figura VII-35. Sección de la viga V11.	137

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 8 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura VII-36. Sección de la viga V12.	138
Figura VII-37. Losa L12 del pasillo central.	138
Figura VII-38. Losa L13 de la Antesala.	142
Figura VII-39. Armaduras de un tabique de hormigón armado.	143
Figura VII-40. Vista lateral del tabique T1 del bloque 1.	144
Figura VII-41. Sección de tabiques externos	146
Figura VII-42. Dimensiones en vista de tabiques externos.	147
Figura VIII-1. Fundaciones superficiales y profundas.	148
Figura VIII-2. Esquema de carga de un pilote.	150
Figura VIII-3. Comparativa de carga entre pilotes largos y cortos.	151
Figura VIII-4. Fundaciones del bloque 1.	153
Figura VIII-5. Corte transversal del pilote P1.	158
Figura VIII-6. Altura de un cabezal.	160
Figura VIII-7. Diagrama de cargas del cabezal de un grupo de dos pilotes.	161
Figura VIII-8. Grupo de tres pilotes.	162
Figura VIII-9. Diagrama de cargas del cabezal de un grupo de tres pilotes.	162
Figura VIII-10. Tensión de tracción T_d del cabezal de un grupo de tres pilotes.	163
Figura VIII-11. Diagrama de cargas del cabezal de un grupo de cuatro pilotes.	163
Figura VIII-12. Tensión de tracción T_d del cabezal de un grupo de cuatro pilotes.	164
Figura VIII-13. Armadura principal inferior A_s del cabezal GP1.	166
Figura VIII-14. Armadura secundaria superior A_l del cabezal GP1.	166
Figura VIII-15. Armadura secundaria A_h y A_v del cabezal GP1.	166
Figura VIII-16. Armaduras del cabezal de un grupo de cuatro pilotes.	167
Figura VIII-17. Armaduras del cabezal de un grupo de tres y cuatro pilotes.	167
Figura VIII-18. Corte A-A del cabezal de un grupo de 4 pilotes.	168
Figura VIII-19. Fundaciones del bloque 1.	168
Figura VIII-20. Fundaciones del bloque 2.	169
Figura VIII-21. Fundaciones del bloque 3.	169
Figura IX-1. Esquema de foco y epicentro.	174
Figura IX-2. Zonificación sísmica del territorio nacional.	177
Figura IX-3. Aceleración de la estructura en función del período de oscilación	178

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



III ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI-1. Cuadro explicativo de la dotación sanitaria de edificios para reunión bajo techo	45
Tabla VI-2. Dotación sanitaria para jugadores.	46
Tabla VI-3. Superficie cubierta reglamentaria.	50
Tabla VII-1. Velocidad básica del viento. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.	75
Tabla VII-2. Factor de direccionalidad. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.	76
Tabla VII-3. Clasificación de edificios. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.	77
Tabla VII-4. Factor de Importancia. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.	78
Tabla VII-5. Coeficientes de exposición. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.	80
Tabla VII-6. Constantes de exposición. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.	82
Tabla VII-7. Coeficiente de presión interna. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.	84
Tabla VII-8. Ángulo Θ de cada tramo.	86
Tabla VII-9. Coeficiente de presión para cubiertas. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.	87
Tabla VII-10. Coeficientes de presión para Θ mayores a 10°	87
Tabla VII-11. Coeficientes de presión para Θ menores a 10°	87
Tabla VII-12. Presión de diseño para viento en dirección X.	90
Tabla VII-13. Presión de diseño para viento en dirección Z.	90
Tabla VII-14. Esfuerzos máximos obtenidos.	93
Tabla VII-15. Eesbeltez límite para elementos comprimidos. Fuente: CIRSOC 302, julio 2005. ..	96
Tabla VII-16. Diámetros y secciones de acero conformado comercial.	121
Tabla VII-17. Cálculo de las armaduras de las vigas del bloque 1.	126
Tabla VII-18. Cálculo de las armaduras de las vigas del bloque 2.	127
Tabla VII-19. Cálculo de las armaduras de las vigas del bloque 3.	128
Tabla VII-20. Sección de las vigas del bloque 1.	132
Tabla VII-21. Sección de las vigas del bloque 2.	133
Tabla VII-22. Sección de las vigas del bloque 3.	134
Tabla VII-23. Armadura longitudinal de losas de tribuna.	141
Tabla VII-24. Verificación de esfuerzo cortante de losas de tribuna.	141
Tabla VII-25. Armadura longitudinal de losa L 13.	142
Tabla VII-26. Verificación de esfuerzo cortante de losa L 13.	142
Tabla VII-27. Armadura longitudinal del tabique T1.	145
Tabla VII-28. Armadura horizontal y vertical del bloque 1.	145
Tabla VII-29. Armadura horizontal y vertical del bloque 2.	146
Tabla VII-30. Armadura horizontal y vertical del bloque 3.	146
Tabla VII-31. Armadura mínima de tabiques exteriores.	147
Tabla VIII-1. Diseño geométrico de las fundaciones del bloque 1.	170
Tabla VIII-2. Diseño geométrico de las fundaciones del bloque 2.	170
Tabla VIII-3. Diseño geométrico de las fundaciones del bloque 3.	171

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 10 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



<i>Tabla VIII-4. Armadura de los pilotes del bloque 1.</i>	<i>171</i>
<i>Tabla VIII-5. Armadura de los pilotes del bloque 2.</i>	<i>172</i>
<i>Tabla VIII-6. Armadura de los pilotes del bloque 3.</i>	<i>172</i>
<i>Tabla VIII-7. Diseño y cálculo de los cabezales del bloque 1.</i>	<i>173</i>
<i>Tabla VIII-8. Diseño y cálculo de los cabezales del bloque 2.</i>	<i>173</i>
<i>Tabla VIII-9. Diseño y cálculo de los cabezales del bloque 3.</i>	<i>173</i>
<i>Tabla IX-1. Peligrosidad sísmica según la zona.</i>	<i>177</i>
<i>Tabla IX-2. Espectro de diseño.</i>	<i>178</i>

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



IV INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Final desarrolla, a nivel de anteproyecto, el diseño arquitectónico y cálculo estructural de un polideportivo cubierto para la Universidad Católica de Córdoba, con capacidad estimada para 5.000 localidades, con las instalaciones y el equipamiento necesario para practicar diferentes deportes y disciplinas y ofrecer espectáculos recreativos, artísticos, culturales y académicos.

La Universidad Católica de Córdoba, fundada en 1956, fue la primera Universidad privada del país y es la única en Argentina confiada a la Compañía de Jesús. Dentro de sus bienes destinados a la enseñanza y formación de primera calidad se encuentran el Auditorio Diego de Torres, situado a escasos metros de la conocida Manzana Jesuítica; una importante estructura productiva, con 5 establecimientos agropecuarios y una superficie total de 7.500 hectáreas de campos; la biblioteca “Jean Sonet s.j.” ubicada en el campus de la UCC; la biblioteca “Ciencias de la Salud” ubicada en la Clínica Reina Fabiola; la biblioteca “Dr. Gustavo Ortiz” ubicada en la sede central de la Universidad; el Jardín Botánico Gaspar Xuárez s.j.; la Clínica Universitaria Reina Fabiola ubicada en B° Gral. Paz; y el Hospital Veterinario de la UCC. La falta de un espacio cubierto para realizar eventos recreativos, culturales, artísticos y académicos, como la entrega de los diplomas a los graduados de esta Universidad, fueron los motivadores para la realización de este trabajo. Además, agregaría valor a la Universidad y a la Ciudad de Córdoba, permitiéndole ofrecer espectáculos de gran envergadura, ya que por el momento la Universidad sólo cuenta con la sala Diego de Torres, y debe realizar la entrega de los diplomas a los graduados en el estadio multipropósito Orfeo Superdomo. Por otra parte, el desarrollo del deporte trae por sí solo grandes ventajas interpersonales, fomenta y facilita el trabajo en equipo y ayuda a la comunicación, traduciéndose todo esto en un valor social agregado, algo que caracteriza a esta Universidad.

Para el desarrollo de este trabajo fue necesario el empleo y la integración de los conocimientos adquiridos en el cursado de la carrera, predominando los conceptos de las materias Diseño Arquitectónico, Cálculo Estructural I, Cálculo Estructural II, Cálculo Estructural III y todas sus correlativas, Geotecnia I, Geotecnia II y Geotecnia III y todas sus correlativas, Materiales de la Construcción y sus correlativas, Organización de Obras e Instalaciones en Edificios entre otras.

La metodología empleada para el desarrollo de este Trabajo Final se basó en la investigación de los usuarios y sus necesidades, de las actividades que se van a desarrollar en el polideportivo y de las normativas vigentes a respetar dado que el mismo se encuentra

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 12 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



ubicado en las inmediaciones de la Ciudad de Córdoba, Provincia de Córdoba, Argentina. El proceso de diseño arquitectónico inició con la investigación de proyectos similares, los cuales sirvieron para plantear modelos propios, adecuados a los lineamientos particulares de este Trabajo Final, siempre respetando las ordenanzas edilicias a cumplimentar y leyes vigentes. Para el trazado de dichos modelos se empleó el software de dibujo AutoCAD 2016.

Una vez definida la planta arquitectónica se procedió a realizar el cálculo estructural, el cual dio inicio por la cubierta. Para la misma se escogió una estereoestructura de acero, ya que es una solución estética particular para las grandes luces como es el presente caso. Para el cálculo de dicha estereoestructura se empleó el software de cálculo RAM Advanse 9.5, considerando las cargas fijadas en los reglamentos CIRSOC de aplicación nacional. Con los resultados de dicho programa se obtuvieron esfuerzos y diagramas de la cubierta. Con estos datos, se procedió a realizar el cálculo de los elementos de hormigón, encargados de soportar la cubierta, como son los tabiques, vigas, columnas y losas, empleando para ello los reglamentos CIRSOC correspondientes.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



IV.1 OBJETIVOS

IV.1.1 OBJETIVOS GENERALES:

- Demostrar e integrar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera de ingeniería civil y aplicarlos a una problemática concreta y real de la Universidad.
- Desarrollar el diseño y cálculo estructural con nivel de anteproyecto que pueda ser la base de un posible proyecto, si la Institución así lo determina.

IV.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Integrar las distintas ramas de la ingeniería civil.
- Recopilar y analizar las distintas normativas vigentes aplicables a edificios nuevos en suelo argentino.
- Familiarizarse con el uso de software de cálculo y de diseño aplicado a un caso concreto como es este proyecto.
- Realizar un estudio a fin de establecer la viabilidad técnica del proyecto.
- Aportar información valiosa al medio académico mediante la recopilación de información empleada para este Trabajo Final.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

V ENTORNO

V.1 UBICACIÓN

El polideportivo se ubicará en la ciudad de Córdoba Capital, provincia de Córdoba, Argentina, en el terreno contiguo al campus de la Universidad Católica de Córdoba, propiedad de la misma Universidad, ubicado en Av. Armada Argentina 3555, camino a Alta Gracia Km 7 y $\frac{1}{2}$.

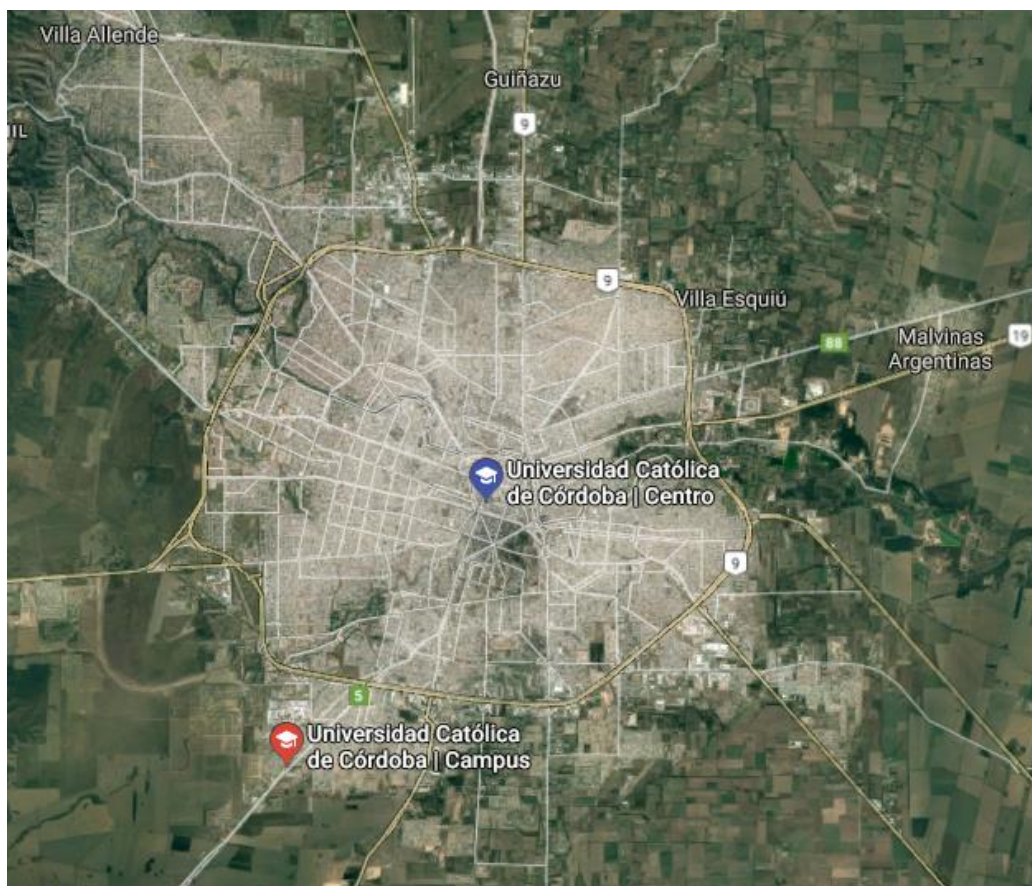


Figura V-1. Campus de la U.C.C. (en rojo) y de su sede de Trejo (en azul).

Se escogió este lugar debido a la proximidad de los alumnos y profesores que desarrollen su actividad académica en el campus y a la disponibilidad del terreno, ya que la compra de otro espacio supondría un mayor costo para la universidad.

El acceso al predio del campus puede hacerse a través de vehículos privados, o bien mediante transporte público, siendo la línea 34 la única que conecta el centro de la ciudad con el interior del campus.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 15 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

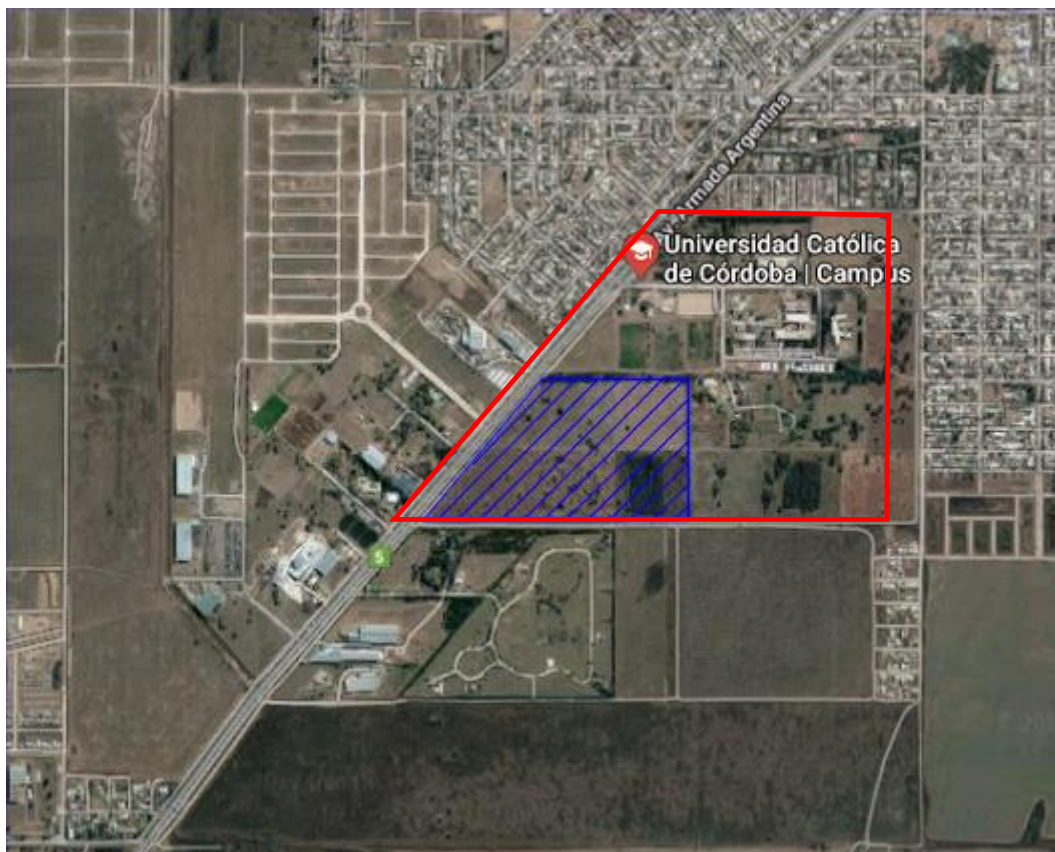


Figura V-2. Campus de la UCC (en rojo). Predio asignado al polideportivo (en azul).

En la imagen anterior puede verse la totalidad del campus de la UCC (delimitado en rojo) y el espacio previsto a emplear para ubicar el polideportivo (en azul a rayas).

Dentro de las áreas administrativas que funcionan en el campus se encuentran el Rectorado (con diversas secretarías), área pastoral y de salud, voluntariado de la UCC y dos bares. Dentro de las unidades académicas pueden mencionarse Arquitectura, Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales, Ciencias Agropecuarias, Ciencias Económicas y Administrativas, Ciencias Químicas, Derecho y Ciencias Sociales e Ingeniería y, por último, la recientemente inaugurada biblioteca Jean Sonet s.j. Dicho edificio cuenta con una arquitectura que destaca frente a los demás, por ser moderno y mezclar elementos de hormigón y ladrillo visto. Esto fue un disparador de ideas para la fachada del polideportivo en desarrollo, tratando de emplear elementos constructivos similares.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 16 de 182</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Figura V-3. Fachada de la Biblioteca Jean Sonet SJ en el campus de la UCC

Si bien las distintas facultades cuentan con playas de estacionamiento compartidas, deberá preverse otro espacio complementario destinado al aparcamiento de los futuros usuarios del polideportivo debido a la alta demanda que este proyecto generará.

V.2 CLIMA

Dado que el polideportivo, como cualquier otra estructura, estará sometida a las inclemencias del tiempo, se procede a realizar una breve investigación de las condiciones climáticas frecuentes en el sector, para poder determinar los materiales adecuados a tal situación.

El clima de la ciudad de Córdoba es templado subtropical húmedo con invierno seco, clima también conocido como pampeano. Los veranos son húmedos, con días calurosos y noches templadas. Los vientos del este y del oeste son raros, de corta duración y poca intensidad. En primavera soplan con fuerza creciente principalmente del norte y el noreste a medida que un centro de depresión ciclónica se define en el frente polar. En el verano frecuentemente se producen tormentas eléctricas con viento y granizo.

Factores para que la temperatura sea, en promedio, algo más fresca que en otros sitios del planeta a latitudes semejantes son la altitud y, sobre todo, el ubicarse en la diagonal eólica de los vientos pamperos, vientos fríos que soplan desde el cuadrante sudoeste, originados en la Antártida.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 17 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Por otra parte, dada la mediterraneidad, las variaciones o amplitudes térmicas son mayores que en la costa atlántica, siendo además menor la precipitación anual, de alrededor de 800 mm/año. En la ciudad la temperatura varía del día a la noche, pudiendo llegar hasta los -5 °C en las noches de invierno. Su temperatura media anual ponderada en todo el siglo XX fue de 18 °C. En enero, mes más cálido del verano austral, la máxima media es de 31,1 °C y la mínima media de 18,1 °C. En julio, mes más frío, las temperaturas medias son 18,6 °C de máxima y 5,5 °C de mínima. Aún en invierno pueden ser frecuentes días algo cálidos, debido a la influencia del viento Zonda. Las nevadas son poco frecuentes, las últimas se registraron en 1984, 2007 y 2009.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VI DISEÑO ARQUITECTÓNICO

VI.1 PREMISAS DE DISEÑO

Antes de comenzar a trazar esquemas arquitectónicos, se definen premisas de diseño, ideas generadoras de la propuesta arquitectónica resultante. Representan una postura de diseño para resolver la necesidad planteada en términos arquitectónicos. Las premisas de diseño adoptadas son:

- Desarrollar un polideportivo cubierto con capacidad estimada para 5.000 localidades.
- Garantizar accesibilidad para personas con movilidad reducida y personas con sobrepeso.
- Permitir el desarrollo de deportes a nivel profesional y ofrecer un escenario donde puedan realizarse espectáculos académicos, artísticos y culturales.

El diseño arquitectónico inicia definiendo las dimensiones de la pista deportiva, lugar donde se van a desarrollar los deportes propuestos (baloncesto, fútbol, balonmano, tenis y vóley entre otros) pero dado que cada uno de estos deportes cuenta con canchas, zonas y alturas libres diferentes, es necesario el estudio de los reglamentos oficiales de estos deportes.

VI.2 DEPORTES SUGERIDOS

A continuación, se detallan los requisitos de los deportes propuestos para el polideportivo:

VI.2.1 BALONCESTO

Este deporte está regulado por la “Federación Internacional de Baloncesto” (FIBA), fundada en 1932 por 8 naciones. Hoy cuenta con 215 federaciones nacionales de baloncesto en el mundo. Este deporte consta de dos equipos de 5 jugadores para cada equipo, donde el objetivo de cada equipo es encestar la pelota en la canasta del otro equipo y prevenir que el otro equipo enceste en la canasta propia. El juego es controlado por 3 árbitros, uno principal y 2 auxiliares y oficiales de mesa.

En el reglamento presentado por la “FIBA” se establecen, las medidas y especificaciones que la superficie de juego debe cumplir: “La superficie de juego debe ser plana, de superficie dura, libre de obstáculos y de 28,00 m de largo por 15,00 m de ancho medidos desde el borde interior de la línea de fondo” (Traducción Official Basketball Rules, 2018, p. 6).

En cuanto a las líneas de demarcación establece: “Todas las líneas deben estar pintadas de blanco u otro color contrastante de 5,00 cm de grosor de modo que sean claramente

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 19 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



visibles” (Traducción Official Basketball Rules, 2018, p. 6). La norma continúa: “Cualquier obstáculo, incluso las bancas de jugadores con el cuerpo técnico y otros acompañantes de delegación deben estar al menos 2,00 m retirados del área de juego” (Traducción Official Basketball Rules, 2018, p. 6). Por último: “Cualquier otra persona debe estar por lo menos 2,00 m detrás de la banca de jugadores” (Traducción Official Basketball Rules, 2018, p. 8).

El reglamento puede encontrarse en la página web de la FIBA:

<http://www.fiba.basketball/es/presentation>

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 20 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

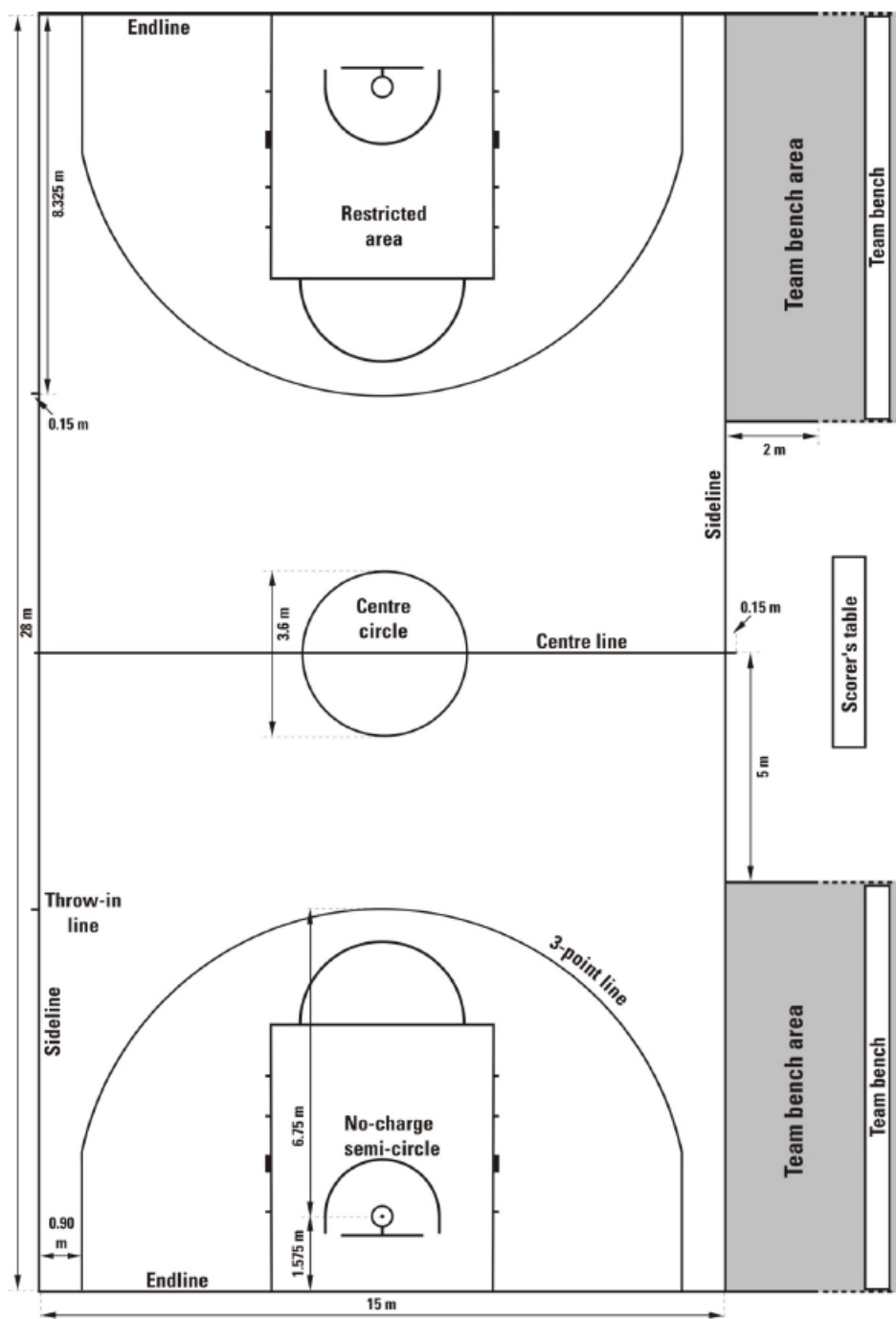


Figura VI-1. Medidas reglamentarias de una cancha de baloncesto.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 21 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

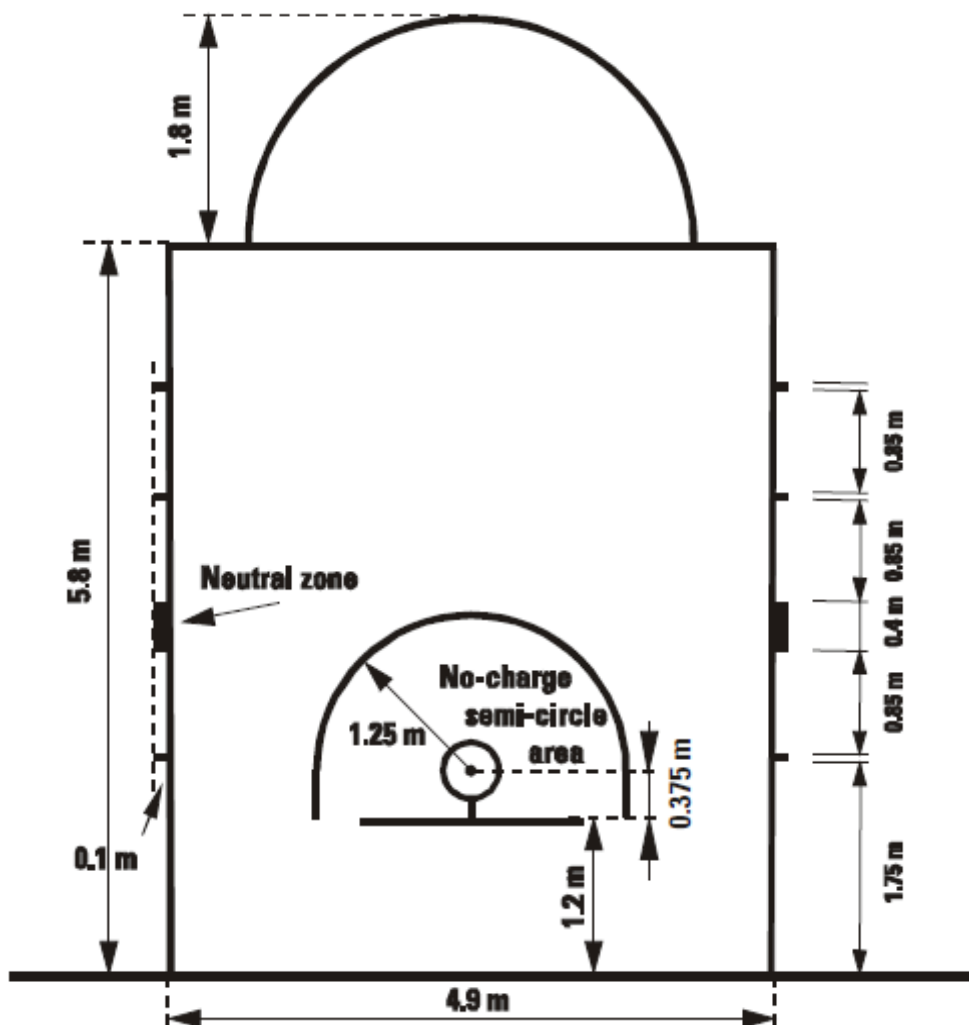


Figura VI-2. Medidas reglamentarias complementarias de una cancha de baloncesto.

VI.2.2 FUTSAL

El Fútbol Sala, Fútbol de Salón o “Futsal” cuenta con su reglamento oficial emitido por la “Fédération Internationale de Football Association” (FIFA). Esta Institución es el organismo rector de las Federaciones de Fútbol de todo el mundo, fue fundada en el 1904 con sede en Zurich, Suiza. Aunque inicialmente estuvo regido por la Federación Internacional de Fútbol de Salón (Fifusa), hoy existen dos entes mundiales: la sucesora directa de la anterior, llamada Asociación Mundial de Futsal (AMF), y la FIFA.

El reglamento oficial de este deporte describe las medidas y características que debe cumplir una cancha de Fútbol de salón para considerarse reglamentaria: “Los partidos deberán jugarse en superficies lisas, libres de asperezas y que no sean abrasivas, preferentemente de madera o de un material sintético, de acuerdo con el reglamento de la competición” (Reglas de Juego de Futsal, 2011, p. 6).

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 22 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



La superficie de juego será rectangular y estará marcada con líneas. Dichas líneas pertenecerán a las zonas que demarcan y deberán diferenciarse claramente del color de la superficie de juego. Las dos líneas de marcación más largas se denominarán líneas de banda, mientras que las dos más cortas se llamarán líneas de meta. La superficie de juego estará dividida en dos mitades por una línea media, que unirá los dos puntos medios de las dos líneas de banda. El centro de la superficie de juego estará marcado con un punto en la mitad de la línea media, alrededor del cual se trazará un círculo con un radio de 3,00 m. Se deberá hacer una marca fuera de la superficie de juego, a 5,00 m de cada área de esquina y perpendicular a la línea de meta, para señalar la distancia que deberá observarse en la ejecución de un saque de esquina. Se deberán hacer dos marcas adicionales en la superficie de juego, a 5,00 m del segundo punto penal, a izquierda y derecha, para señalar la distancia mínima que deberá observarse en la ejecución de un tiro desde el segundo punto penal. La anchura de la marca será de 8,00 cm.

La longitud de la línea de banda deberá ser superior a la longitud de la línea de meta. Todas las líneas deberán tener una anchura de 8 cm.

- En partidos no internacionales las medidas serán:
 - Longitud (línea de banda): mínimo 25,00 m y máximo 42,00 m
 - Anchura (línea de meta): mínimo 16,00 m y máximo 25,00 m
- En partidos internacionales las medidas serán:
 - Longitud (línea de banda): mínimo 38,00 m y máximo 42,00 m
 - Anchura (línea de meta): mínimo 20,00 m y máximo 25,00 m

Las zonas de sustituciones serán las zonas en la línea de banda, situadas frente a los bancos de los equipos. Cada zona se situará frente al área técnica y se extenderá 5,00 m. Se marcará con dos líneas en cada extremo, de 80,00 cm de largo, 40,00 cm hacia el interior de la superficie de juego y 40,00 cm hacia el exterior, así como de 8,00 cm de ancho.

El área situada frente a la mesa de cronometraje, es decir, 5,00 m a cada lado de la línea de medio campo, permanecerá libre.

La zona de sustitución de un equipo estará ubicada en la parte de la superficie de juego que defiende dicho equipo, cambiándose en el segundo periodo del partido y en los tiempos suplementarios, en caso de que los haya. A continuación, se presentan gráficos esquemáticos para mayor claridad.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
		Página 23 de 182	
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

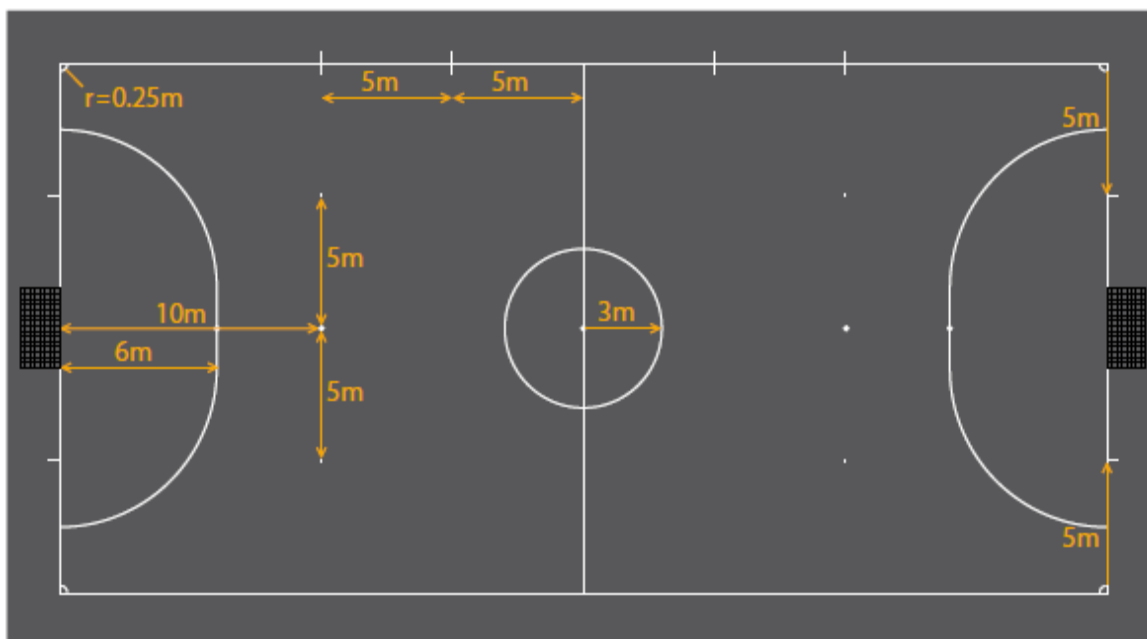


Figura VI-3. Medidas complementarias de una cancha de fútbol.

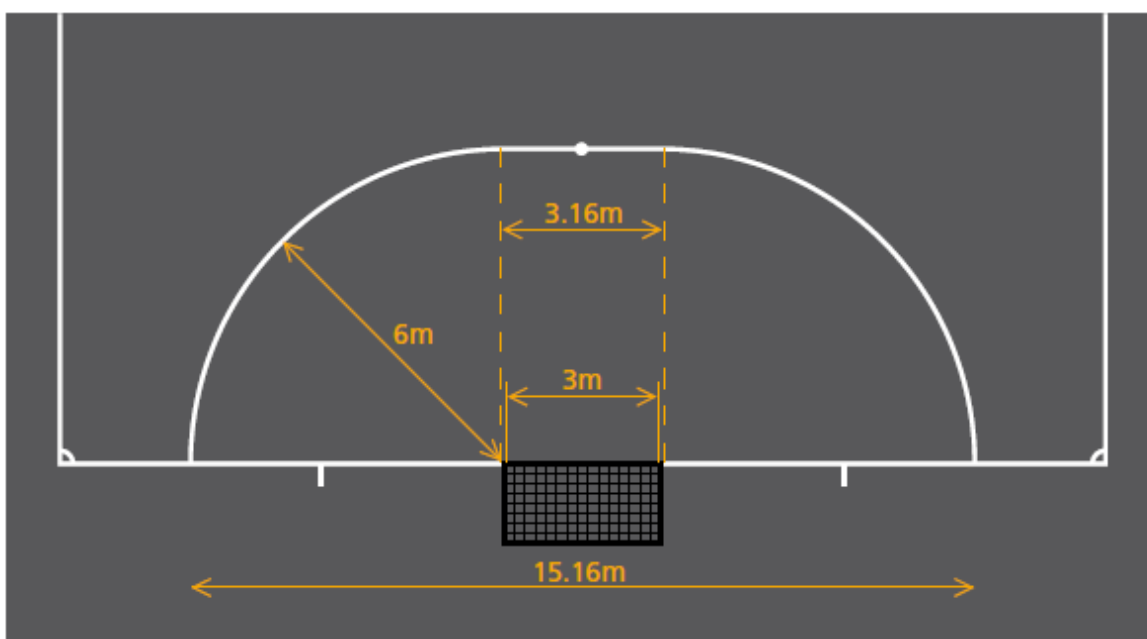


Figura VI-4. Medidas reglamentarias de la zona de arco.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 24 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

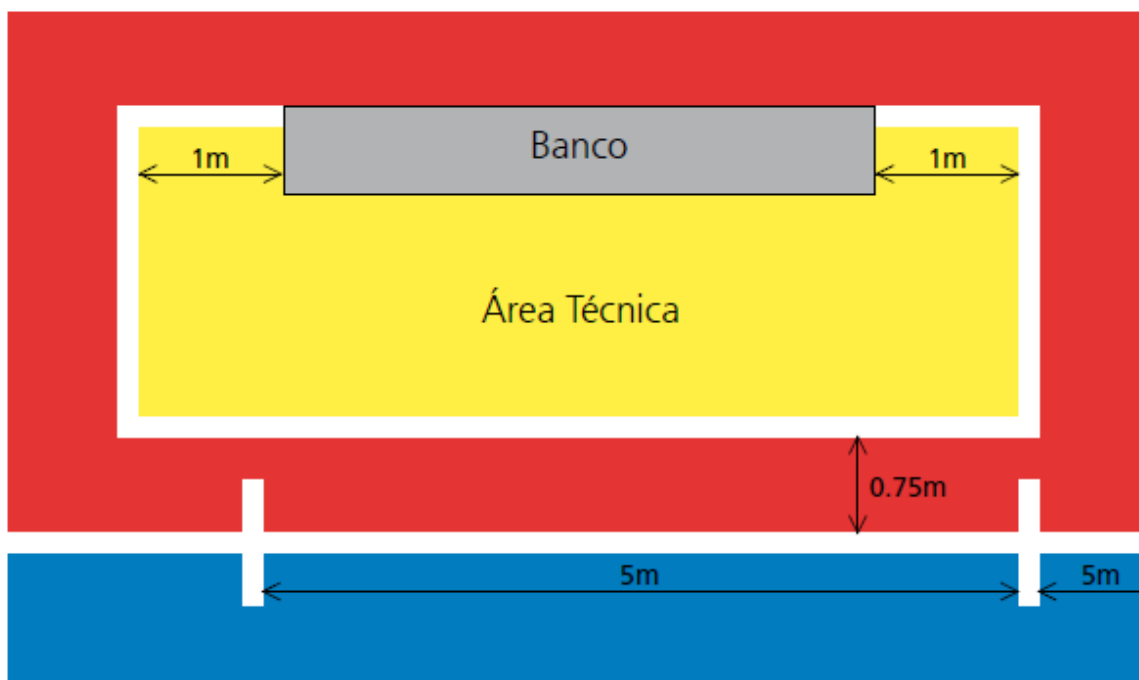


Figura VI-5. Medidas complementarias del banco de fútbol.

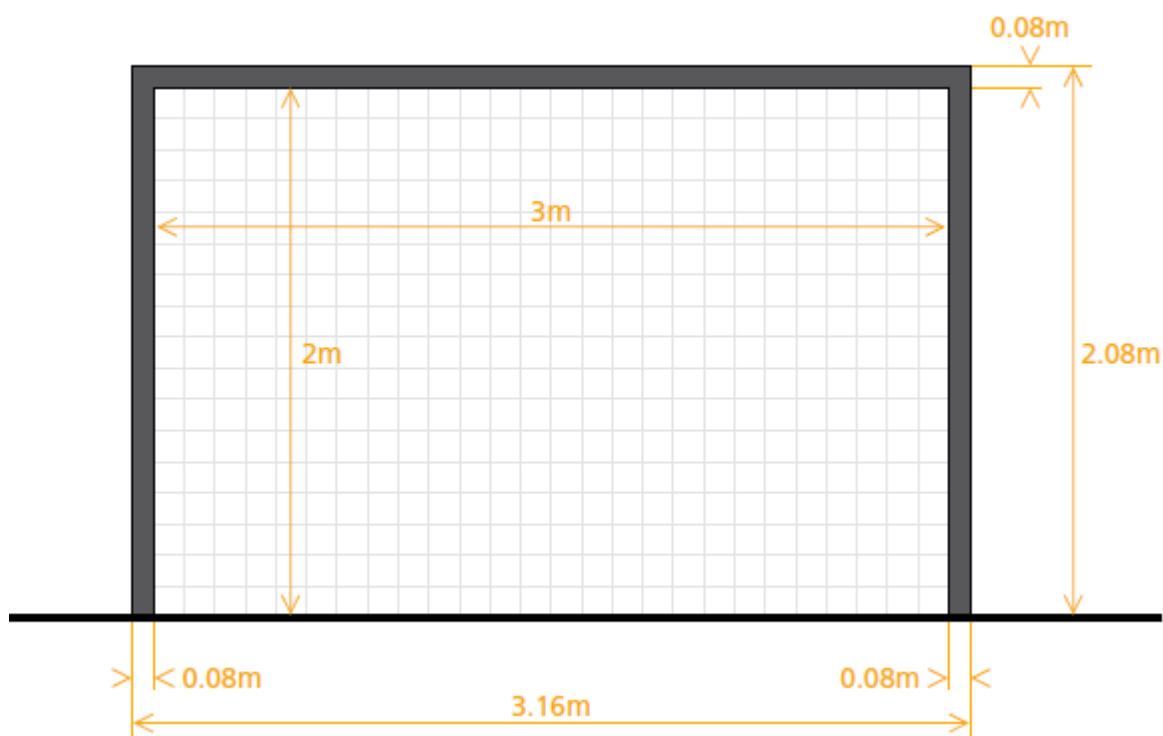


Figura VI-6. Medidas de la portería de fútbol.

El reglamento de fútbol puede encontrarse en la página web de la FIFA:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 25 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



<https://es.fifa.com/about-fifa/official-documents/law-regulations/index.html>

VI.2.3 BALONMANO (HANDBALL)

El balonmano está regido por la “International Handball Federation” (IHF). fundada en 1946 por representantes de 8 federaciones nacionales.

El balonmano, handball o hándbol (términos procedentes del término alemán Handball) es un deporte de pelota en el que se enfrentan dos equipos y se caracteriza por transportar la pelota con las manos. Cada equipo se compone de siete jugadores (seis de campo y un portero), pudiendo el equipo contar con hasta otros siete jugadores (suplentes) que pueden intercambiarse en cualquier momento con sus compañeros.

El campo de juego es un rectángulo de 40,00 m de largo y 20,00 m de ancho que consiste en dos áreas de arco y un área de juego. Las líneas más largas que lo limitan se llaman líneas laterales, mientras que las más cortas se denominan líneas de gol, entre los postes del arco, o líneas de fondo, a cada lado de los arcos (Reglas de Juego de Handball, 2005, p. 3).

Alrededor del campo de juego debe existir una zona de seguridad con un ancho de al menos 1,00 m a lo largo de las líneas laterales y de 2,00 m por detrás de la línea de gol y de la línea de fondo.

Las características del campo de juego no deben ser modificadas durante el partido en forma tal que un equipo gane alguna ventaja.

Se colocan los arcos en el centro de cada línea de fondo. Los arcos deberán estar fijados firmemente al piso o a las paredes detrás de ellos. Sus medidas interiores son de 2,00 m de alto y 3,00 m de ancho.

Los postes del arco están unidos por un travesaño horizontal. El lado posterior de los postes estará alineado con el lado posterior de la línea de gol. Los postes de arco y el travesaño deben poseer una sección cuadrada de 8 cm. Las tres caras visibles desde el campo de juego deben estar pintadas con franjas de dos colores contrastantes que también contrasten claramente con el fondo del campo.

Los arcos deberán estar provistos de una red, que debe sujetarse en tal forma que la pelota que penetre en el arco normalmente permanezca dentro de él.

Todas las líneas del campo son parte integrante del área que ellas delimitan. Las líneas de gol poseerán 8,00 cm de ancho entre los postes del arco, mientras que todas las otras líneas tendrán 5,00 cm de ancho.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 26 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

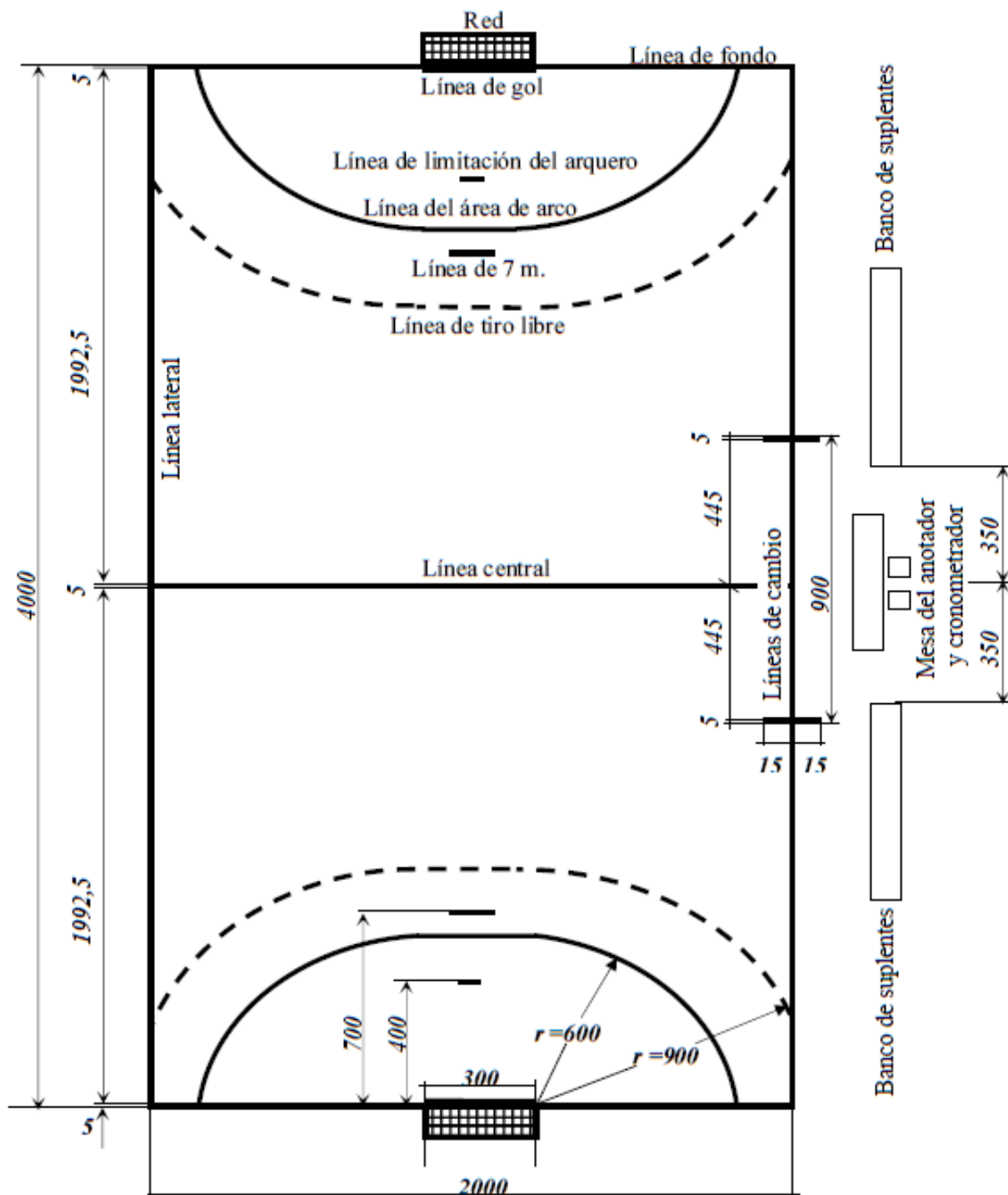


Figura VI-7. Medidas reglamentarias de una cancha de balonmano.

El reglamento de este deporte se encuentra en la página oficial de la entidad IHF:

<http://www.ihf.info/>

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 27 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



VI.2.4 TENIS

La Federación Internacional de Tenis, “ITF” por sus siglas en inglés, es el organismo máximo del tenis mundial, que tiene como principal objetivo, regular, expandir y llevar este deporte a todo el mundo.

El tenis es un deporte de raqueta practicado sobre una pista rectangular delimitada por líneas y dividida por una red compuesta por distintas superficies las cuales pueden ser:

- Césped: es la superficie original del tenis, su mantenimiento es complejo y costoso. Ofrece un juego más rápido y con rebotes de la pelota irregulares.
- Arcilla: suelen ser las más comunes, preferidas sobre las de césped por su menor mantenimiento
- Cemento: este tipo de superficie requiere aún menor mantenimiento que las de arcilla, y resiste mejor las inclemencias climáticas.
- Carpeta: este tipo de superficie puede resultar en juegos más rápidos incluso que sobre césped, estando en la actualidad prohibido su uso en torneos de la ATP.
- Madera: esta superficie fue la elegida para el “tenis real”, estando en la actualidad en completo desuso. Permite un juego más rápido, con poco rebote de la pelota.

Se disputa entre dos jugadores (individuales) o entre dos parejas (dobles). El objetivo del juego es lanzar una pelota golpeándola con la raqueta de modo que rebote en la otra cancha pasando la red dentro de los límites permitidos del campo del rival, procurando que este no pueda devolverla para conseguir un segundo rebote en el suelo y por ende un punto.

La norma establece: “La pista o cancha será un rectángulo de 23,77 m (78 pies) de largo por 8,23 m (27 pies) de ancho. Para los partidos de dobles la pista será de 10,97 m (36 pies) de ancho” (ITF Reglas del Tenis, 2013, p. 2).

Continúa: “La pista estará dividida en su mitad por una red suspendida de una cuerda o un cable metálico cuyos extremos estarán fijados a la parte superior de dos postes o pasarán sobre la parte superior de dos postes a una altura de 1,07 m (3 ½ pies). La red estará totalmente extendida de manera que llene completamente el espacio entre los dos postes de la red y la malla debe ser de un entramado lo suficientemente pequeño para que no pase la pelota de tenis. La altura en el centro de la red será de 0,914 m (3 pies), en donde estará sostenida mediante una faja” (ITF Reglas del Tenis, 2013, p. 2).

Para los partidos de dobles, los centros de los postes de la red estarán situados a 0,914 m (3 pies) afuera de cada lado de la línea de dobles.

Para los partidos de individuales, si se usa una red de individuales, los centros de los postes de la red estarán a 0,914 m (3 pies) afuera de cada lado de la línea de individuales. Si

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 28 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

se usa una red de dobles, entonces la red se sostendrá a una altura de 1,07 m (3 ½ pies) mediante soportes denominados palos de individuales, cuyos centros estarán a 0,914 m (3 pies) afuera de cada lado de la línea de individuales.

Las líneas que limitan los extremos de la pista se denominan líneas de fondo y las líneas que limitan los costados de la pista se denominan líneas laterales.

Todas las medidas de la pista se tomarán por la parte exterior de las líneas. Todas las líneas de la pista serán del mismo color para que contrasten claramente con el color de la superficie.

Esquemmatizando las dimensiones resulta:

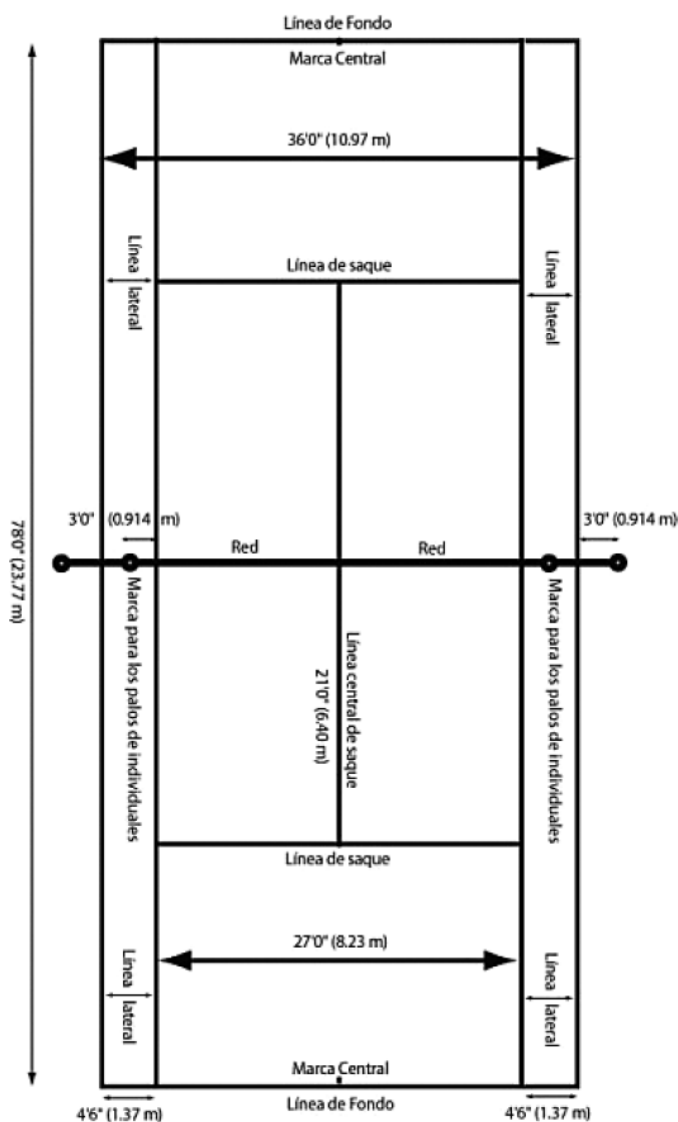


Figura VI-8. Medidas reglamentarias en metros de una cancha de tenis.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 29 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



En la página oficial de la ITF se encuentra la norma y las medidas de la cancha reglamentaria:

<https://www.itftennis.com/home.aspx>

VI.2.5 VÓLEY

Este deporte está reglamentado por la “Federación Internacional de Voleibol” (FIVB), fundada en 1947 por 14 naciones.

“El Voleibol es un deporte jugado por dos equipos en un campo de juego dividido por una red elevada. El objetivo del juego es enviar el balón por encima de la red con el fin de hacerlo tocar el piso del campo adversario y evitar que el adversario haga lo mismo en el campo propio” (Reglas Oficiales del Voleibol, 2012, p. 11).

El área de juego incluye el campo de juego y la zona libre. Ésta debe ser rectangular y simétrica de 18,00 m de largo por 9,00 m de ancho, rodeado por una zona libre de obstáculos de no menos de 3,00 m de ancho en todos sus lados. Para Competencias Mundiales y oficiales de la FIVB, el área libre de juego debe tener 5,00 m desde las líneas laterales y 8,00 m desde las líneas de fondo.

El espacio de juego libre es el espacio sobre el área de juego, libre de todo obstáculo. El espacio de juego libre debe tener un mínimo de 7,00 m de altura a partir de la superficie de juego. Para Competencias Mundiales y oficiales de la FIVB, el espacio libre de juego debe tener 12,50 m de altura como mínimo.

Todas las líneas deben tener 5,00 cm. de ancho. Deben ser de un color claro y que sea diferente al color del piso y al de cualquier otra línea.

En cuanto a la iluminación sobre el área de juego, para Competencias Mundiales y Oficiales de la FIVB, debe ser de 1000 a 1500 lux medidos a una altura de 1,00 m sobre la superficie del área de juego.

El reglamento puede encontrarse en la página oficial de la FIVB:

http://www.fivb.org/EN/FIVB/FIVB_History.asp

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 30 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

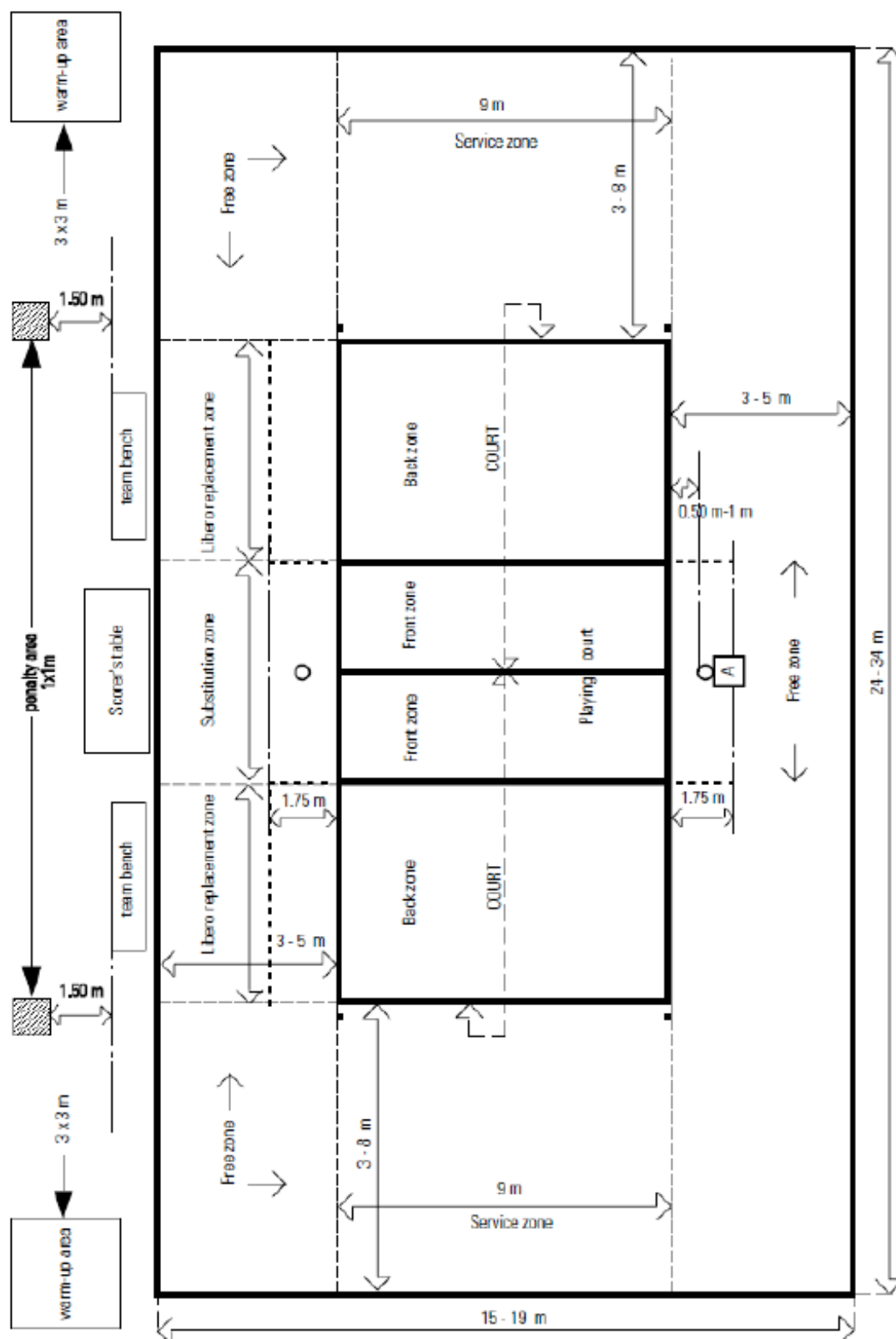


Figura VI-9. Medidas reglamentarias de una cancha de voley con área libre delimitada.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
		Página 31 de 182	
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

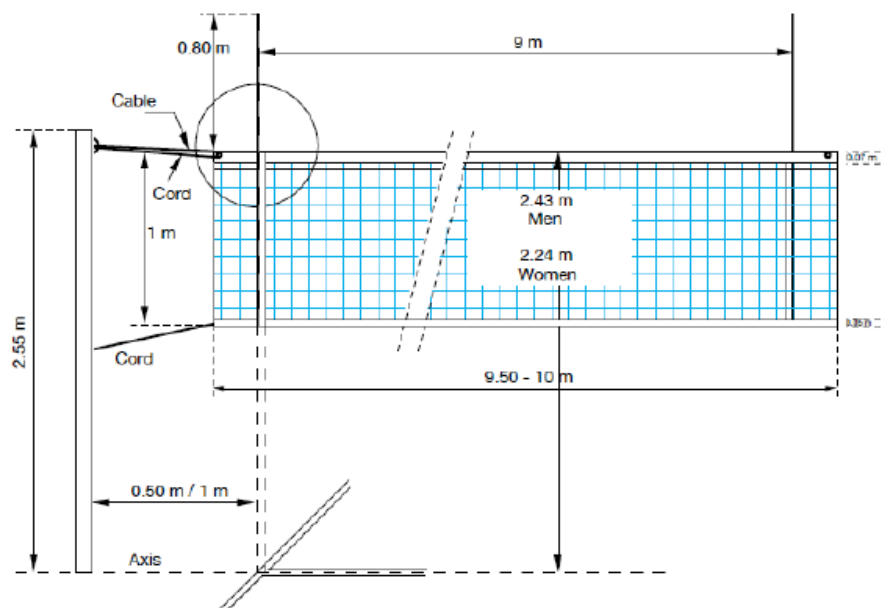


Figura VI-10. Medidas reglamentarias de una red de vóley.

Siendo estos cinco deportes mencionados, los recomendados para practicar de manera oficial. No se descarta la posibilidad además de poder practicar otros deportes como boxeo, esgrima, gimnasia artística y otros.

Como puede observarse, el deporte que requiere mayor área de juego es el fútbol de salón, cuya cancha exige unas dimensiones totales de 42,00 m por 25,00 m para ser practicado en competencias Internacionales sumando además el área libre en cada lateral y detrás de las líneas de fondo. Se adopta entonces para este polideportivo un área de juego de 50,00 m de largo por 30,00 m de ancho dentro de la cual se podrán practicar los deportes mencionados anteriormente de manera reglamentaria y oficial.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 32 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

VI.3 ANTECEDENTES

A los fines de conseguir un diseño óptimo, se investigaron polideportivos y estadios cubiertos de similares características para recabar y generar ideas arquitectónicas más certeras. Primeramente, se procedió a la búsqueda de polideportivos y estadios cubiertos ubicados dentro y en las cercanías de la Ciudad de Córdoba, resultando en limitados ejemplares. Por este motivo, se decidió ampliar el rango y buscar antecedentes dentro de todo el país y hasta en otros países. A continuación, se destacan los siguientes hallazgos:

VI.3.1 ESTADIO “CARLOS CERUTTI”

El ícono por excelencia entre los polideportivos por su trascendencia mediática, gracias a la Asociación Deportiva Atenas, es el polideportivo Carlos Cerutti enclavado en una de las barriadas más tradicionales de la ciudad y con historia relevante en el desarrollo de la urbanización capital.

El estadio (orientado principalmente al básquet) cuenta con una capacidad para 3.724 personas sentadas distribuidas entre el sector de plateas y populares. Posee iluminación para televisión HD, sala de prensa, 4 vestuarios, baños, cantina, playa sintética descubierta, cancha de fútbol descubierta, salón de usos múltiples y playa de estacionamiento para 350 vehículos.



Figura VI-11. Interior del polideportivo Carlos Cerutti.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 33 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura VI-12. Interior del polideportivo Carlos Cerutti, en prácticas.

Como puede observarse, este polideportivo cuenta con una cantidad de butacas inferior a las propuestas para el presente proyecto y, por lo tanto, las luces libres a salvar resultan muy inferiores. Para el mencionado polideportivo Carlos Cerutti las luces libres rondan los 30,00 m.

VI.3.2 ESTADIO “ORFEO SUPERDOMO”

El Orfeo Superdomo es un estadio cubierto multipropósito, ubicado en la Ciudad de Córdoba Capital, cuenta con capacidad para 10.000 personas según la actividad que se desarrolle. Cuenta con una pista de 50,00 m por 30,00 m donde puede recibir hasta 30 disciplinas deportivas diferentes y una superficie cubierta de 16.730 m². La cubierta es metálica empelando una estructura de vigas reticuladas de gran altura, cubriendo luces de aproximadamente 80,00 m.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Figura VI-13. Interior del Orfeo Superdome, en prácticas.

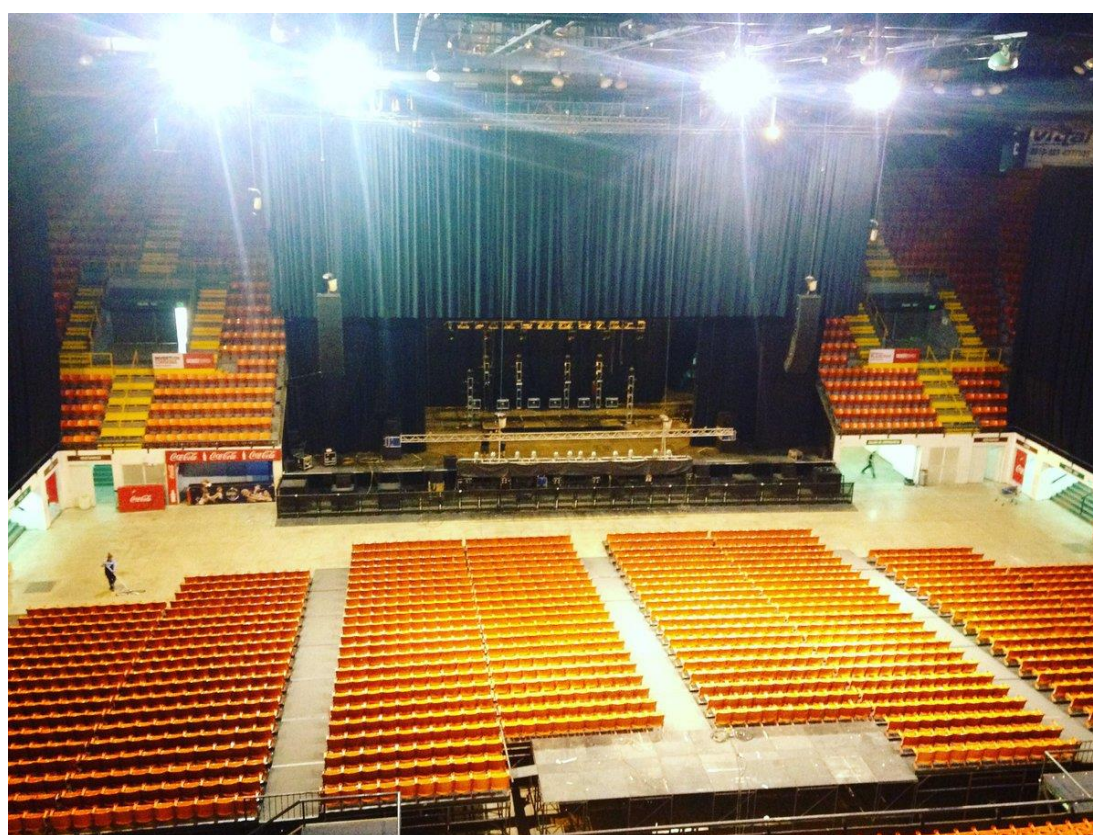


Figura VI-14. Interior del Orfeo Superdome.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

VI.3.3 ESTADIO CUBIERTO DE “TECNÓPOLIS”

El Estadio del Bicentenario, o como también se lo conoce, “Estadio Tecnópolis”, es un recinto cerrado multiuso ubicado dentro del Parque del Bicentenario, en Villa Martelli, partido de Vicente López, Provincia de Buenos Aires.

La capacidad del estadio puede variar según el evento a realizarse. Las tribunas montadas en el estadio son estructuras tubulares por lo que se facilita la configuración para cada tipo de evento. Se estima que puede albergar unas 11.000 personas en total, lo que lo convierte en uno de los estadios cerrados más importantes del país.

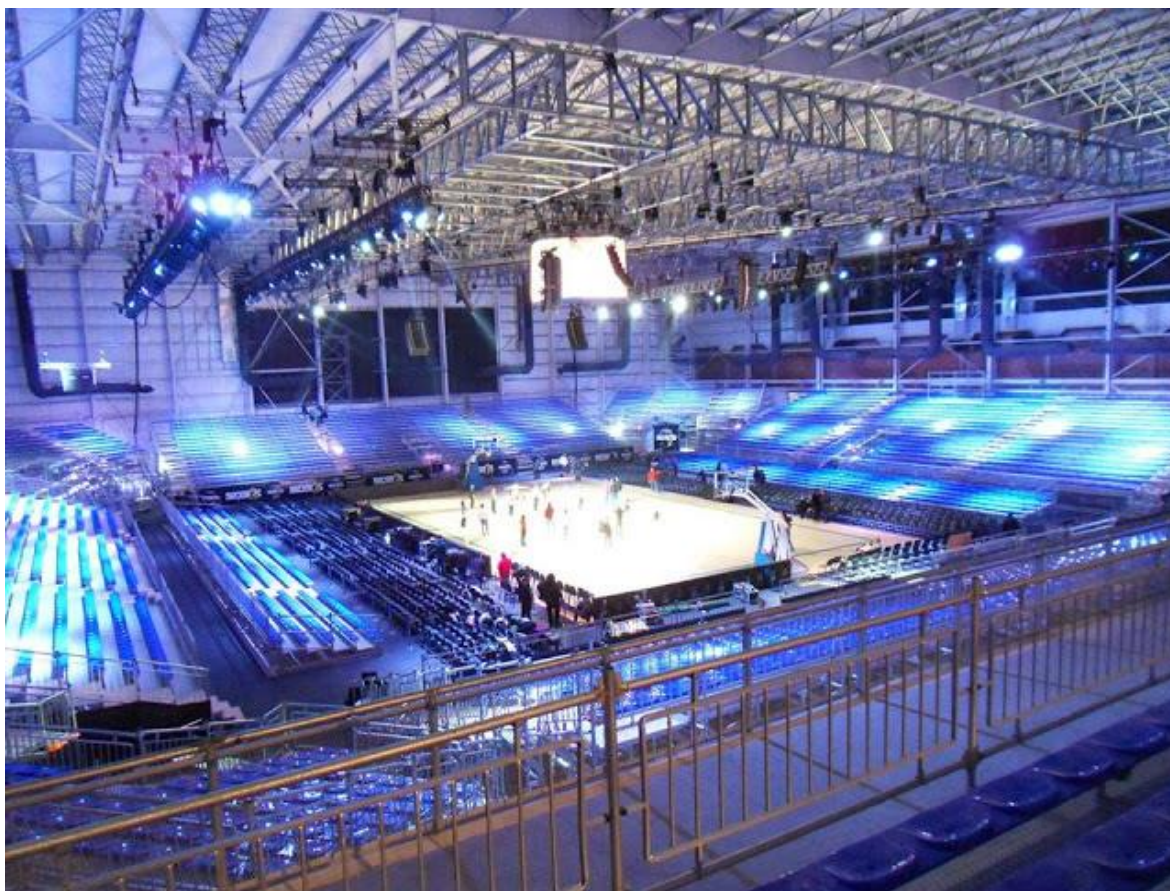


Figura VI-15. Interior del Estadio Tecnópolis, durante prácticas.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

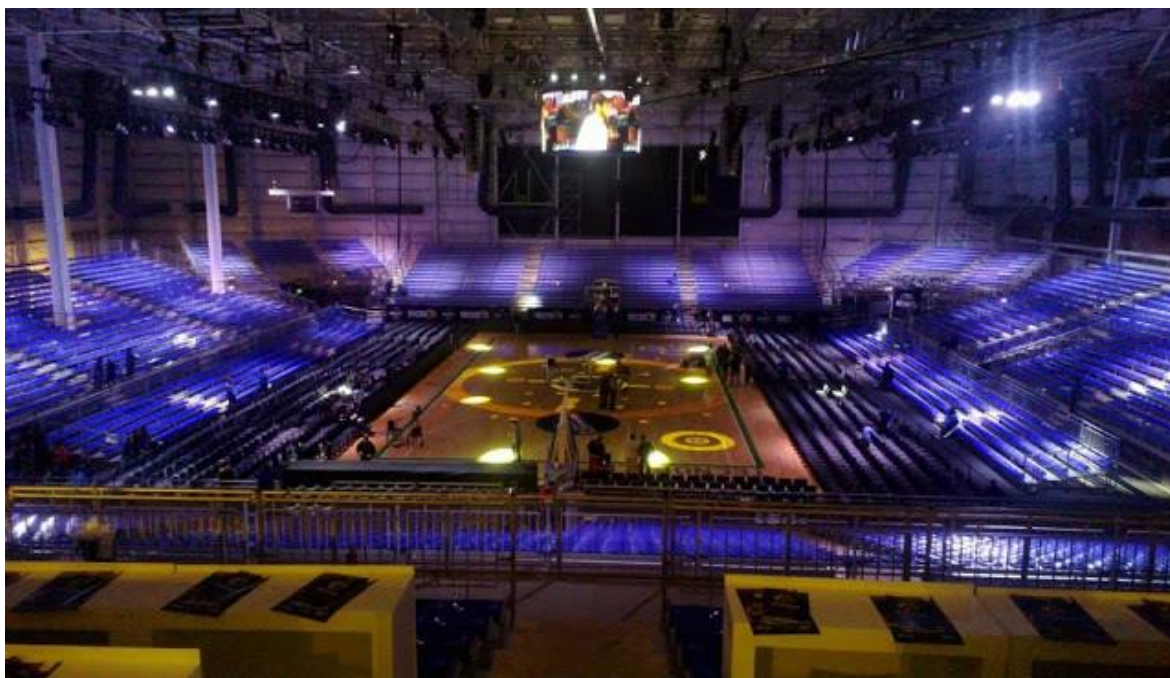


Figura VI-16. Interior del Estadio Tecnópolis, en preparativos.

VI.3.4 LIVERPOOL ECHO ARENA

El edificio ACC Liverpool completo, fue diseñado por Wilkinson Eyre y Buro Happold, consta de dos elementos principales a ambos lados de una entrada central: un escenario y un centro de convenciones. El Arena tiene 7.513 puestos permanentes alrededor de tres lados de la pista central, adecuado para acontecimientos deportivos. La capacidad total para conciertos es de 10.600 incluido el piso.



Figura VI-17. Exterior del Liverpool Echo Arena, en la ciudad de Liverpool, Inglaterra.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 37 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

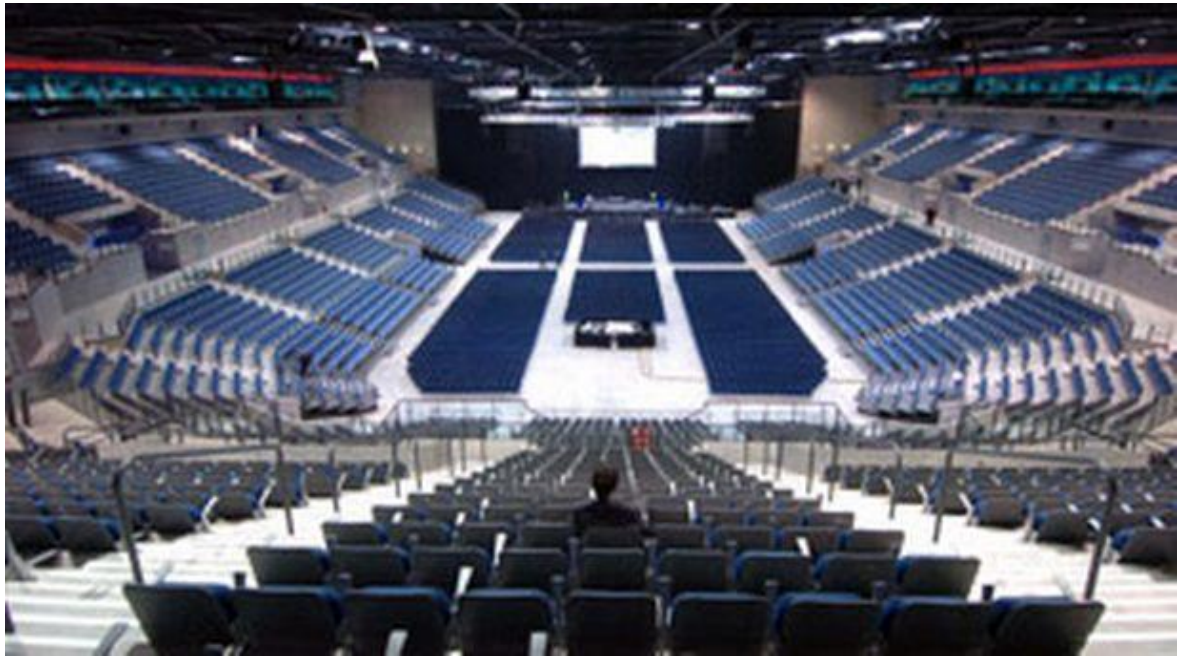


Figura VI-18. Interior del Liverpool Echo Arena, en la ciudad de Liverpool, Inglaterra.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VI.4 NORMATIVA EDILICIA

Una vez concluida la búsqueda de estadios cubiertos y polideportivos similares al planteado en este Trabajo, se procedió al estudio de las normas y leyes a cumplimentar en el territorio de la Ciudad de Córdoba. Las normas y leyes aplicables a edificios nuevos, se mencionan a continuación y posteriormente se transcribieron los puntos de interés y de aplicación a este Trabajo Final:

- Código de Edificación de la Ciudad de Córdoba (Ord. 9.387/95)
- Modificatoria del Código de Edificación de la Ciudad de Córdoba (Ord. 12.519)
- Sistema de protección integral de los discapacitados (Ley Nacional 22.431)
- Accesibilidad de personas con movilidad reducida (Ley Nacional 24.314)

VI.4.1 CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE CÓRDOBA (ORD. 9.387/95):

Los dos primeros capítulos de esta norma explican el proceso de inscripción y la documentación a presentar para dar comienzo a los trabajos de una obra nueva. A partir del capítulo tercero se detallan las restricciones arquitectónicas y edilicias que condicionan el presente Trabajo Final. El capítulo tercero de la norma inicia con lo siguiente:

“Todo edificio nuevo, existente o parte de los mismos, ampliación, refacción o modificación parcial o total, a los efectos de la aplicación de esta Ordenanza, se clasificará total o parcialmente en uno o varios de los siguientes tipos:”

- 1) Edificios residenciales.
- 2) Edificios para reunión bajo techo.
- 3) Edificios para reunión al aire libre.
- 4) Edificios para oficinas.
- 5) Edificios comerciales.
- 6) Edificios industriales.
- 7) Edificios para depósitos.
- 8) Edificios para usos peligrosos
- 9) Edificios especiales.

Este polideportivo encuadra dentro de la categoría 2, como “edificio para reunión bajo techo”, dado que más adelante la norma explica:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 39 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

“Se clasificará dentro de este tipo, todo edificio o parte del mismo, destinado a la reunión de personas con fines cívicos, políticos, educacionales, religiosos, sociales, deportivos, recreativos u otros fines similares; incluye: auditorios, bibliotecas, cines, casinos, estadios, gimnasios, iglesias, museos, natatorios, salas de convenciones, salas de conferencias, salas de exposiciones, salas de juegos, salón de fiestas., salón de actos, teatros, restaurantes, etc. Sólo se clasificará en este grupo aquellos locales o instalaciones cuyo destino principal sea la reunión bajo techo. Aquellos que por su dimensión o uso sea subsidiario, complementario y /o accesorio de otra actividad serán clasificado en el grupo que corresponda según la actividad principal.”

Por lo anterior, sólo se tendrán en cuenta las normas que afecten a este tipo de edificios. Continuando con la lectura del capítulo tercero:

“3.1.1.2.2.1 Características generales y dimensiones mínimas (Dec. 463/96)

Cuando las butacas o asientos estén fijos en el piso y constituyan filas deberán ser de tipo uniforme, tener apoyabrazos y asientos basculantes. Deberán tener las siguientes dimensiones mínimas: 40 cm. de fondo y 50 cm. entre ejes de los posabrazos.”

Dado que el polideportivo cuenta con butacas fijas constituyendo filas, las mismas deben tener apoya brazos y ser de asiento basculante. Para mayor comodidad de los espectadores se escogieron butacas de 55,00 cm de fondo y 60,00 cm entre ejes de apoyabrazos, separadas a su vez, 5,00 cm unas de otras para garantizar el mayor confort.

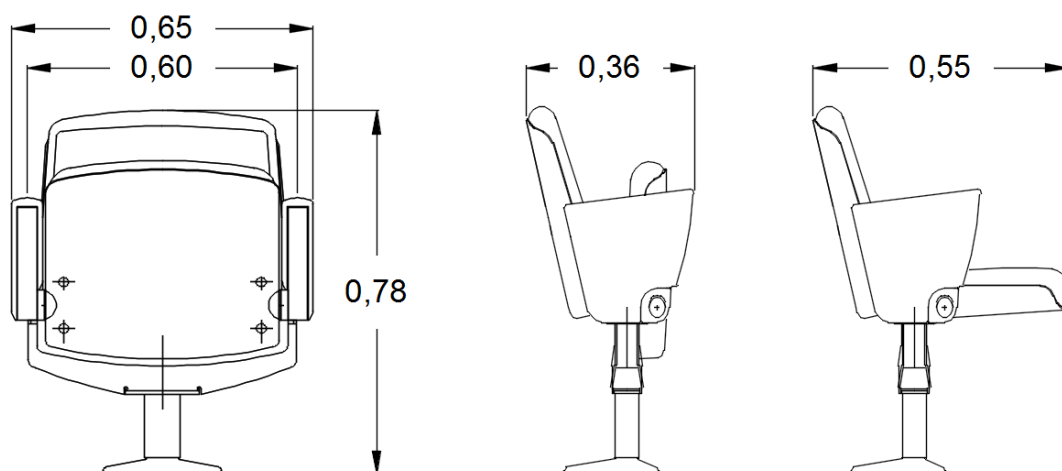


Figura VI-19. Dimensiones de butaca estándar.

En cuanto a los pasillos de las tribunas:

“3.1.1.2.1.2 Dimensiones Mínimas (Dec. 463/96)

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 40 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Ancho mínimo de los corredores.

El ancho de los corredores será de 1,20 m. como mínimo cuando el mismo esté ubicado contra la pared.

Cuando sobre el corredor den butacas sobre sus dos lados, el ancho mínimo será de 1,40 m. Estas dimensiones serán para salas cuyas filas de butacas no posean más de 15 de ellas.

Superada esa cantidad, esas dimensiones serán de 1,40 m. y 1,60 m. respectivamente.”

Se adoptaron corredores de 1,60 m de ancho con filas de 1,00 m de profundidad ubicadas a ambos lados para un mejor aprovechamiento del espacio.

“3.1.1.2.2.3 Separación mínima (Dec. 463/96)

La separación entre dos filas de butacas no será inferior de 0,40 m. medidos horizontalmente entre el plano vertical tangente a la butaca por el punto más saliente de la misma hacia atrás, y el plano vertical paralelo al anterior y trazado por el punto más saliente de la butaca hacia delante en la fila anterior.”

“3.1.1.2.2.4 Número de butacas según su disposición (Dec. 463/96)

Cuando las butacas se coloquen en filas, la cantidad de las mismas no podrá ser mayor de 15 cuando queden comprendidas entre dos corredores y de 8 en tramos terminales contra las paredes. Podrán disponerse hasta 30 butacas por fila entre corredores y hasta 10 en tramos terminales contra las paredes siempre que la separación mínima entre ellas se incrementa a 0,45 m.”

La separación libre entre filas consecutivas se adoptó de 45,00 cm, de esta forma, la norma permite colocar 30 butacas consecutivas por fila.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

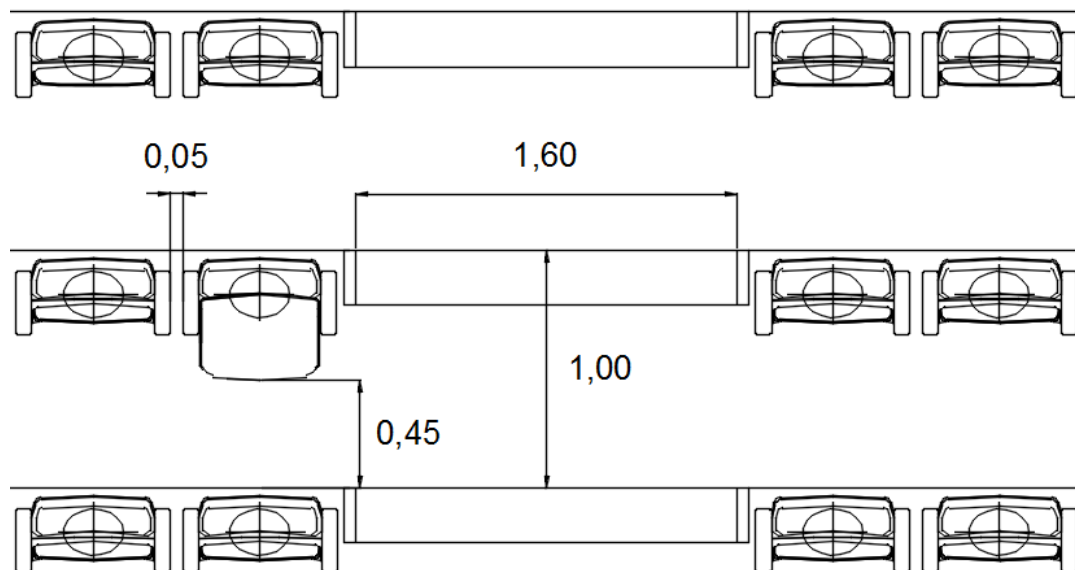


Figura VI-20. Dimensiones de fila estándar

Para personas con movilidad reducida, la norma establece una cantidad mínima de espacios a disponer:

“3.1.1.2.3 Espacios de uso exclusivo para discapacitados (Dec. 463/96)

Será obligatorio destinar el 2% de la capacidad de butacas para el uso exclusivo de discapacitados no ambulatorios o semiambulatorios.

La dimensión mínima para ubicar una silla de ruedas será de 0,90 m. de ancho por 1,25m. de longitud.”

El ancho adoptado para ubicar las sillas de ruedas excede en 10 cm el ancho mínimo y para el largo se cuenta con aún mayor espacio, ya que delante de tales ubicaciones hay pasillos, de esta forma se garantiza mayor comodidad a los espectadores con movilidad reducida.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

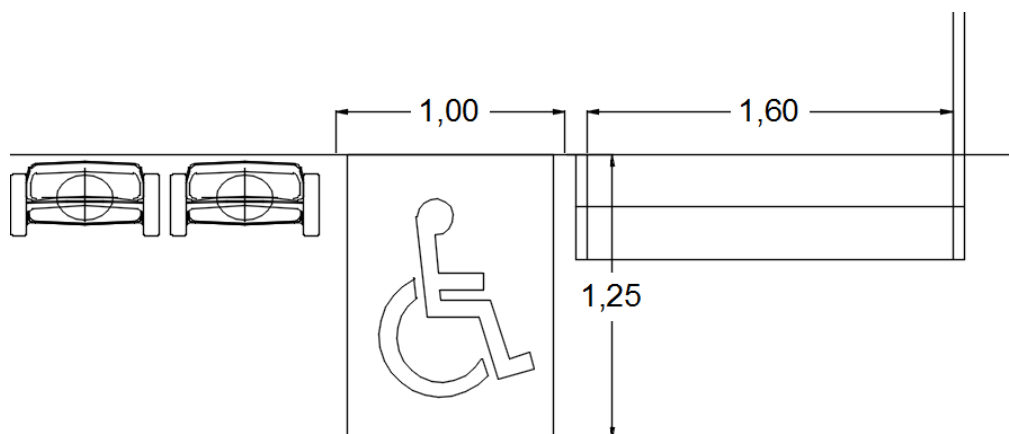


Figura VI-21. Dimensiones de espacio para silla de ruedas.

Siendo 5.038 las localidades totales conseguidas con el diseño arquitectónico planteado se destinaron 103 espacios para ubicar sillas de ruedas, cumpliendo con el mínimo exigido por norma del 2% de las localidades totales. Continuando con la lectura, la norma establece pendientes máximas para las rampas de acceso a las salas:

“3.1.1.2.5.2 Accesos para discapacitados (Dec. 463/96)

Se deberán proveer para discapacitados con sillas de rueda, accesos horizontales o inclinados con pendiente no superior al 12% que permitan llegar fácilmente a las salas.”

Las rampas que se dispusieron para acceder a los espacios destinados a sillas de ruedas cuentan con pendientes ligeramente inferiores a la máxima permitida y descansos intermedios para facilitar el ingreso de personas con movilidad reducida.

El ingreso a la sala debe realizarse mediante una antesala o foyer, acorde a lo especificado en el punto siguiente:

“3.1.1.2.1.4 Superficie del foyer (Dec. 463/96)

La antesala o foyer se calculará en función de 6 personas por metro cuadrado como dimensión mínima. El acceso a butacas en plantas altas deberá estar precedidos por ante salas cuyas dimensiones mínimas se calcularán en función de 8 personas por m². ”

Dicha antesala deberá contar entonces con una superficie mínima de 839,67 m². En cuanto a la altura de la sala:

“3.1.1.2.1.3 Altura de las salas (Dec. 463/96)

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 43 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



La altura de las salas se determinará en función del volumen de las mismas, cuyos valores mínimos serán:

hasta 200 espectadores 4 m 3 por persona

hasta 500 espectadores 6 m 3 por persona

hasta 800 espectadores 8 m 3 por persona

más de 800 espectadores 10 m 3 por persona

En ningún sector de la sala la altura podrá ser inferior a 3,00 metros.”

Respetando la altura mínima de 3,00 m en la fila más elevada, los demás sectores de la sala verificarán inmediatamente esta condición. Se consigue de esta manera un volumen aproximado de 77.186,28 m³ siendo el mínimo exigido de 50.380 m³.

En cuanto a la dotación sanitaria, se respetó el siguiente artículo:

“3.1.1.2.7. Dotación sanitaria (Dec. 463/96)

Las instalaciones sanitarias serán de fácil acceso debidamente separadas por sexo.

La dotación sanitaria se calculará según lo regulado en el Art. 3.4. (Ord. N° 9387/95).”

Citando el dicho Art. 3.4 a continuación:

“3.4.1 Condiciones Generales (Ord.9387/95)

Todo edificio de uso y/o acceso público deberá contar con las instalaciones sanitarias destinadas al público, separadas por sexo.

La cantidad y composición de los servicios sanitarios por sexo están en función de la clasificación de los edificios, de las capacidades según destinos y demás características de los mismos.

La proporción de los sexos se establecerá por vía reglamentaria según el uso del edificio o local.

Complementariamente deberá preverse en la misma unidad sanitaria, servicios sanitarios para uso específico de discapacitados no ambulatorios, según vía reglamentaria.

Para discapacitados la dotación mínima será de un 2% de la totalidad, no menos de uno (1) por sexo.”

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 44 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Para la proporción de servicios sanitarios se respeta el inciso a) del siguiente apartado:

“3.4.2.2 Dotación sanitaria mínima para edificios de reunión bajo techo y/o al aire libre (Ord.9387/95)

a) El N° de personas del público se considerará en mitades iguales para cada sexo.

La cantidad y composición interna y distribución en el edificio de los servicios sanitarios a dotar está en función de la capacidad del edificio de que se trate fijada en el punto 3.1.2. de la presente Ordenanza.

b) Para el personal que trabaja en el establecimiento regirá lo dispuesto en el punto 3.4.2.4. de Dotación Sanitaria mínima en edificios comerciales y/o industriales.

Por último, para calcular la cantidad de inodoros, lavabos y piletas de piso se debe respetar la dotación establecida en el parágrafo:

“3.4.2.2.1 Anfiteatros, auditorios, cines, teatros y similares (Ord.9387/95)

La dotación sanitaria mínima exigida para el público será, cada 50 (cincuenta) personas o fracción mayor de 10 (diez) personas, la siguiente:

Tabla VI-1. Cuadro explicativo de la dotación sanitaria de edificios para reunión bajo techo

PERSONAS	ARTEFACTOS		
	Inodoros	mingitorios	lavabos
Hombres	1	1	1
Mujeres	2	-	1

Después de los primeros 100 (cien) usuarios estas cantidades se aumentarán una vez por cada 100 (cien) usuarios subsiguientes o fracción mayor de 50 (cincuenta).”

Dado que el polideportivo contará con una capacidad de 5.038 personas, se calcula que de las primeras 100 personas, 50 serán hombres y 50 serán mujeres (según lo establece el punto 3.4.2.2 inciso a) de manera tal que se debe disponer de 1 inodoro, 1 mingitorio y 1 lavabo para los 50 primeros hombres y 2 inodoros y 1 lavabo para las primeras 50 mujeres. A partir de allí, se procede a dimensionar la instalación sanitaria para los 2469 hombres restantes contando de a 100 usuarios, efectuando la división resulta en 24,69 inodoros, 24,69 mingitorios y 24,69 lavabos para hombres y 49,38 inodoros y 24,69 lavabos para las 2469 mujeres. Estas cantidades deben redondearse en exceso, resultando así en 26 inodoros, 26 mingitorios y 26 lavabos para el público masculino y 52 inodoros y 26 lavabos para el público

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 45 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

femenino. Las instalaciones sanitarias se distribuyeron en las 4 esquinas debajo de las tribunas, cada bloque cuenta con 1 baño adaptado para personas con movilidad reducida para cada sexo excediendo la dotación mínima, pero garantizando mayor confort acorde al punto 3.1.1.2.7.

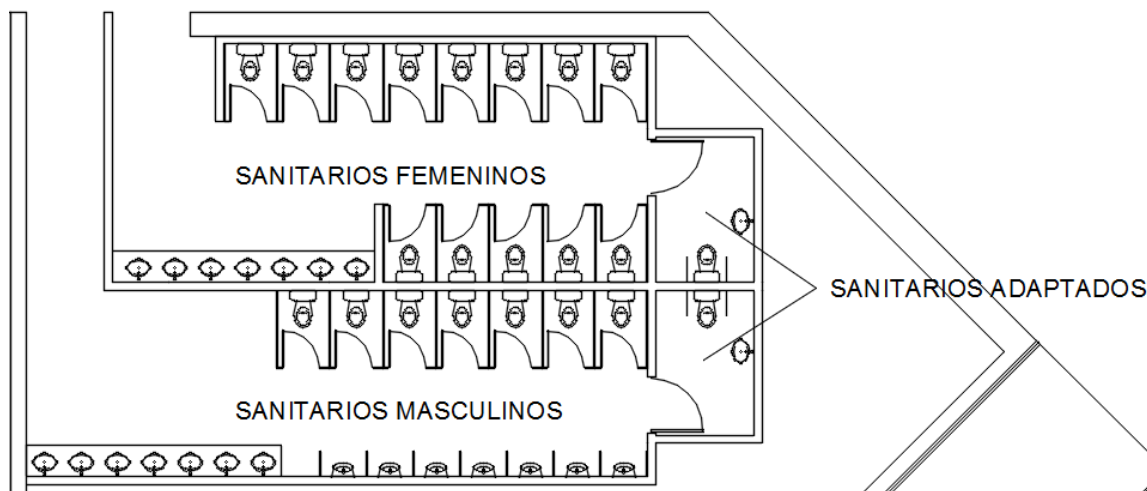


Figura VI-22. Instalaciones sanitarias.

Por otra parte, debe considerarse la dotación sanitaria para los jugadores, cuerpo técnico y árbitros para lo cual se emplea el punto 3.4.2.2.4 inciso b) de la norma:

“b) La dotación sanitaria para equipos, árbitros y jueces:

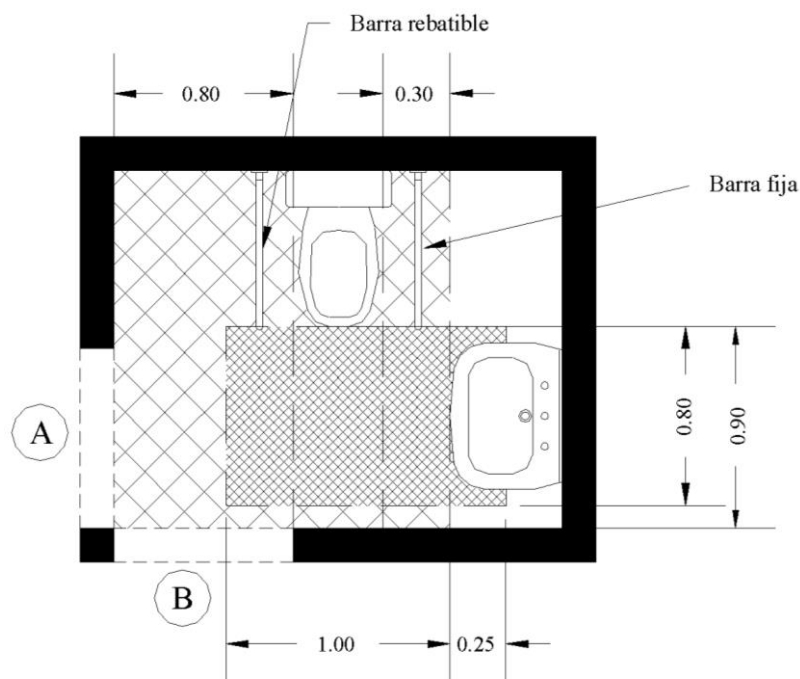
Deberá existir un local sanitario para cada equipo y uno para árbitros y jueces, cuyos artefactos guardarán las siguientes proporciones mínimas:”

Tabla VI-2. Dotación sanitaria para jugadores.

PERSONAS	ARTEFACTOS			
	inodoros	mingitorios	lavabos	duchas
Para jugadores cada 15 personas	3	3	3	8
Mujeres	1	1	1	1

La dotación sanitaria para los jugadores se estima entonces en 3 inodoros, 3 mingitorios, 3 lavabos y 8 duchas por equipo. Para los jueces y árbitros se estima en 1 inodoro, 1 mingitorio, 1 lavabo y 1 ducha. A los fines de contemplar los deportes adaptados para personas con movilidad reducida, se respetan las medidas reglamentarias para los sanitarios y se agrega el equipamiento adecuado para tales necesidades.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 46 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



A y B posición alternativa de puertas.

Figura VI-23. Sanitarios para jugadores. (A) y (B) posibles ingresos.

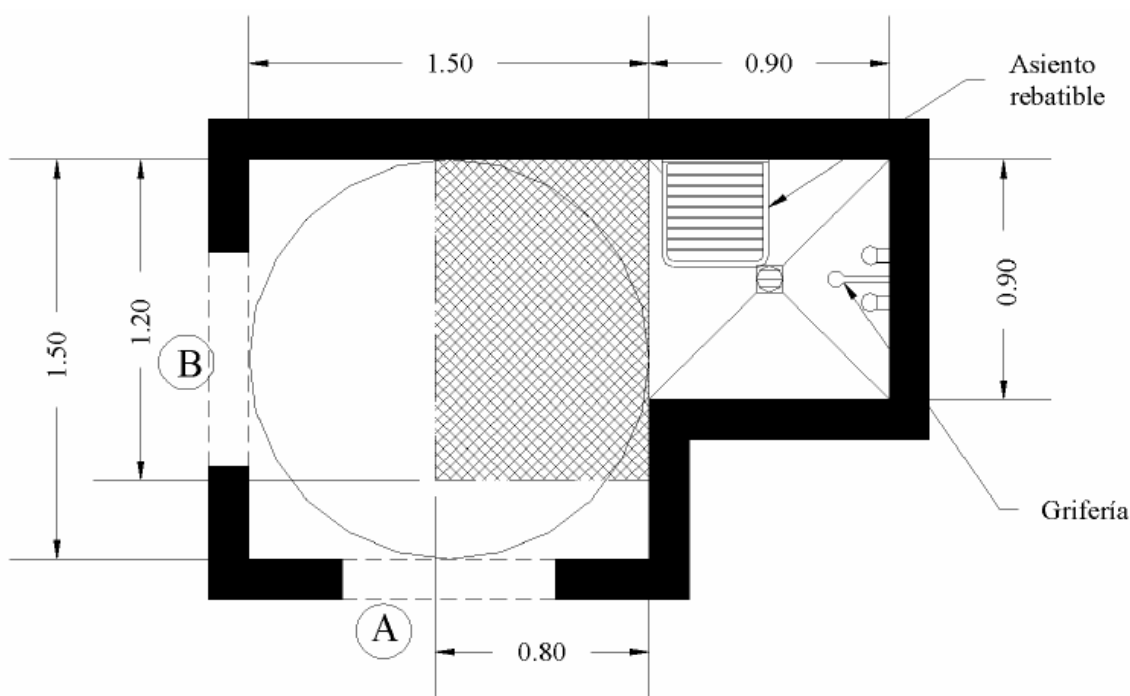


Figura VI-24. Espacio de duchado para jugadores (A) y (B) posibles ingresos.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 47 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

Dado que el polideportivo contará también con un escenario, se deben respetar las siguientes indicaciones:

“3.1.1.2.9. Condiciones particulares para teatros (Dec. 463/96)

En los teatros, además de las prescripciones anteriores, se deberán cumplir con las siguientes:

La parte destinada a los artistas deberá tener una fácil y directa vinculación con la vía pública, independiente de la del público.

Los camarines individuales tendrán un área mínima de 5 m².”

Se destinaron dos camarines privados, pudiendo reacondicionar el resto de los sectores de entrenamiento para tal fin en caso de ser necesario.

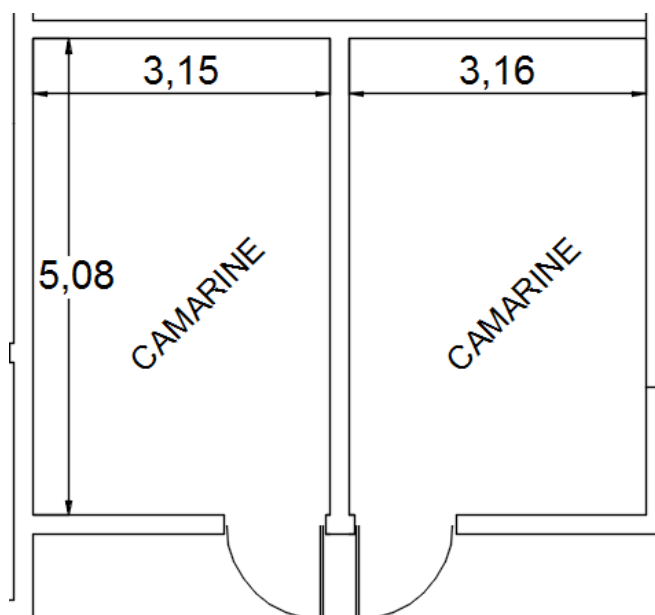


Figura VI-25. Dimensiones de los camarines.

A los fines de calcular la capacidad de los edificios se emplea el siguiente artículo:

“3.1.2 Capacidad de los Edificios (Ord.9387/95)

La capacidad de un edificio se determinará dividiendo la superficie construida por la relación de superficie por persona que corresponda según los diferentes tipos de edificios. A los fines del cálculo de la capacidad se tomará en cuenta la sumatoria de las superficies de los distintos pisos de un edificio, limitadas por sus respectivos perímetros y excluyendo:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 48 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



- a) *La parte de muros medianeros asentados sobre predios vecinos.*
- b) *Las circulaciones horizontales y verticales, de uso común, exigidas como medios de egreso en los distintos pisos.*
- c) *Los locales técnicos de las instalaciones del edificio y de los depósitos familiares, ubicados en distintos niveles del de las viviendas (en casos de viviendas colectivas)*
- d) *Balcones y terrazas, cubiertas o no, privadas de cada unidad de uso.*
- e) *Los garajes, guardacoches, estacionamiento cubierto (individuales o colectivos), y sus accesos y circulaciones.*

En el cálculo de las superficies indicadas en los puntos, a, b, c, d y e, se tomará la mitad del ancho de los muros que separen estas superficies del resto de las actividades propias del edificio. El número de ocupantes de un edificio que contenga locales de distinta relación de superficie por persona, se determinará en forma acumulativa, aplicando el valor correspondiente; a cada uno de ellos.

3.1.2.1 Relaciones de superficie (Ord.9387/95)

Las diferentes relaciones de superficie para el cálculo de la capacidad de los edificios según sus tipos serán las que se detallan en los puntos 3.1.2.1.1. a 3.1.2.1.6.- En caso de actividades no especificadas, el número de ocupantes será declarado por el propietario según memoria técnica y sujeto a evaluación por el Organismo de aplicación.

3.1.2.1.2 (Ord.11131/06) (Ord. 11722/09)

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla VI-3. Superficie cubierta reglamentaria.

Edificios para reunión bajo techo	m2 /persona
Estadios y salones para mega espectáculos: Tomando como base la superficie útil libre de muros destinada a uso exclusivo de cada actividad sin incluir áreas de servicios, depósitos, circulaciones, escenarios, vestuarios, accesos, cocheras, locales técnicos, etc.:	0,33
Auditorios, cines, iglesias, estadios, teatros, salas de convenciones, salas y pistas de baile.	1
Salones de reunión en edificios con fines educacionales o religiosos.	2
Aulas y academias	1,5
Bibliotecas	8
Casinos y salas de juegos	5
Gimnasios	5
Museos y Salas de Exposiciones	3
Natatorios	5
Ferias y exposiciones	3
Locales habilitados con mesas y sillas como: restaurantes, club nocturnos, establecimientos gastronómicos y bares, debiendo mantener los pasos y la circulación necesaria	2
Salón de Fiestas y Salones de Actos	1

Empleando la Tabla VI-3, el polideportivo en desarrollo se clasifica como un estadio, por lo cual son necesarios 5.038 m² en total, siendo éste el producto entre la capacidad del polideportivo (5.038 personas) y la cantidad de metros cuadrados necesarios por persona (1 m²/persona). Este proyecto cuenta con 8.890,81 m², superando los metros cuadrados mínimos exigidos por la norma.

Para obtener las dimensiones y alturas mínimas de los locales, se debe respetar el siguiente párrafo:

“3.2 DE LOS LOCALES (Ord.9387/95)

3.2.1 Clasificación de los locales (Ord.9387/95)

En los planos generales de obra figurará claramente expresado el destino de cada uno de los locales. La determinación del destino de cada local será la que lógicamente resulte de su ubicación y dimensiones y no la que arbitrariamente pudiera ser consignada en los planos. La Dirección de Control de Obras Privadas y Uso del Suelo podrá determinar el destino de los locales, en base a lo anterior. Dicha Dirección, asimismo, podrá observar proyectos con locales que acusen la intención de una división futura que pudiera significar violaciones a la presente Ordenanza. Cuando existiesen dudas sobre la determinación del destino de un local, el mismo será asignado por la Dirección de Control de Obras Privadas y Uso del Suelo mediante dictamen fundado de la Comisión de Normas Urbanísticas.”

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 50 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



Los locales del polideportivo encuadran dentro del grupo III y del grupo IV de la norma, transcritos a continuación:

“3.2.1.1 Clasificación (Ord.9387/95)

A los efectos de esta Ordenanza los locales se clasificarán de la siguiente manera:

c) Locales del Grupo III:

Se incluyen dentro de este grupo todos los locales habitables, en edificios no residenciales, destinados para el trabajo, la recreación, el intercambio comercial, etc., y/o que impliquen usos públicos o masivos, que a continuación se detallan, y todo otro local que por sus características sea asimilable a los mismos:

- Archivo
- Kichenette
- Antecocina en edificios no residenciales y en edificios residenciales de vivienda transitoria o no familiar.
- Auditorio
- Aulas
- Biblioteca
- Cocinas en edificios no residenciales y en edificios residenciales de vivienda transitoria o no familiar.
- Comercio
- Consultorio
- Estadios cubiertos
- Foyer
- Gimnasio
- Iglesia y/o capilla
- Laboratorio
- Laboratorio fotográfico
- Locales en galerías comerciales
- Local de portería
- Morgue
- Natatorio cubierto
- Nursery
- Oficina
- Sala de cirugía
- Sala de convenciones
- Sala de exposición
- Sala de grabación
- Sala de internación
- Sala de juegos

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 51 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- Sala de partos
- Sala de proyección y/o espectáculos
- Sala de rayos X
- Sala de terapia intensiva
- Sala de teatro
- Salón de actos
- Sala de baile

* Se entiende por *kichenette* a los efectos de la presente Ordenanza, el mueble modular mínimo que permita el preparado de comidas y lavado de vajilla. Debe estar abierto totalmente a un local que ventile a un patio de 1ª Categoría.

d) Locales del Grupo IV:

Se incluyen dentro de este grupo todos los locales complementarios y/o auxiliares de locales del Grupo III, que a continuación se detallan, y todo otro local que por sus características sea asimilable a los mismos:

- Corredor
- Depósito
- Escalera
- Garage y/o guardacoches
- Hall
- Lavadero
- Office
- Palier
- Sala de espera anexa a oficina o consultorio
- Sala de máquinas
- Sanitarios colectivos
- Vestuarios colectivos
- Recepción de residuos"

Una vez clasificados los locales según se detalla en los planos de arquitectura, se procede a verificar las dimensiones de los mismos con las dimensiones exigidas a continuación:

3.2.3 Alturas mínimas de los locales (Ord.9387/95)

Serán las alturas que expresa la "Tabla de Grupos de locales según destino", establecidas por la presente Ordenanza. Ningún local podrá tener una altura menor a 1/10 de su largo mayor. En edificios industriales podrá variar esta relación en función de los requerimientos técnicos de que se trate. En tal caso la relación mínima altura / lado mayor será aprobado por

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 52 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Dirección Control de Obras Privadas y Uso del Suelo en función de memoria técnica a presentar por el recurrente.

Ingresando a la Tabla de Grupos de Locales según Destino mencionada en el punto 3.2.3 (no transcrita en este Trabajo Final por su extensión) se extraen las alturas mínimas para los locales empleados en el presente polideportivo. Éstos son:

- Estadios Cubiertos: 3,00 m
- Foyer: 3,00 m
- Corredor: 2,20 m
- Depósito: 2,20 m
- Sanitarios colectivos: 2,20 m

Analizando ahora los medios de egreso del polideportivo, se cuenta con las siguientes reglamentaciones:

“3.1.1.2.5.1 Puertas de egreso (Dec. 463/96)

El dimensionado de las puertas y medios de egreso se ajustarán a lo regulado en el Art. 4.3. de la Ordenanza N° 9387/95.

Todas las puertas de salida deberán abrir hacia afuera y llevarán encima de su dintel un letrero con la palabra SALIDA, levemente iluminado cuando se apaguen las luces de la sala y legible a distancia.

Quedará prohibido el uso de puertas giratorias, corredizas o cualquier otro tipo que dificulte una rápida evacuación en casos de emergencias.”

“4.1 CONDICIONES GENERALES (Ord.9387/95) - (Ord.11131/06)

Los medios de egreso deberán cumplimentar las siguientes condiciones generales:

Trayectoria y salidas

a) La línea natural de libre trayectoria deberá realizarse a través de pasos comunes y no estará entorpecida por elementos o actividades que obstruyan la fácil evacuación. (Ord.9387/95)

b) Las salidas en general estarán en lo posible alejadas unas de otras y las que sirvan a todo un piso, se situarán de manera que favorezcan la más rápida evacuación. Todo punto ubicado en pisos superiores y entrepisos distará no más de cuarenta (40) metros a una caja de escalera o salida segura y en planta baja a una salida que conduzca a la vía pública,

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 53 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



medidos a través de una línea de libre trayectoria. Esta distancia se reducirá a la mitad en subsuelos. (Ord.11131/06)

4.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MEDIOS DE EGRESO (Ord.9387/95)

Los medios de egreso de uso público se clasifican en:

- a) Puertas de salida
- b) Circulaciones horizontales
- c) Circulaciones verticales
- d) Circulaciones mecánicas”

Para este polideportivo se plantean puertas de salida y circulaciones verticales y horizontales, excluyendo circulaciones mecánicas por su mayor costo y escasa necesidad en la planta diseñada por sus bajas diferencias de nivel. Para el cálculo del ancho necesario se emplea el siguiente artículo:

“4.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE EGRESO (Ord.9387/95)

4.3.3 Puertas de abrir a vaivén (Ord.9387/95)

Se permitirán en todo tipo de edificio y serán las únicas permitidas para evacuación de edificios de reunión bajo techo o al aire libre y en galerías o pasajes de uso público.

Con este apartado quedan descartadas las opciones de puertas giratorias y corredizas. Luego:

4.3.5. Ancho de puertas de salida. Forma de cálculo (Ord.11131/06)

El ancho libre de las puertas de salida estará relacionado con el número de ocupantes del edificio, de conformidad a lo siguiente:

c) Para edificios con capacidad de dos mil quinientas una (2.501) personas o más: el ancho total libre no será menor que

$$X = 0.6.A$$

En donde

X = medida del ancho de salida en centímetros

A = número total de personas

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 54 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



d) Los valores para anchos de puertas de salida obtenidos por estas fórmulas se aplicarán en edificios de reunión bajo techo y edificios de reunión al aire libre, con un valor mínimo de $X = 1.50$ metros

“4.3.6 Forma de medir el ancho de puertas (Ord.11131/06)

El valor obtenido para los anchos de puerta de salida (Gráfico 4.3.6.) será la luz libre de paso, sin considerar el espesor de marcos y de las mismas hojas una vez abiertas. El ancho mínimo de cada puerta (luz libre de paso) será de un metro diez centímetros (1,10 m).”

Siendo 5.038 el número de localidades conseguido, el ancho total de puertas se obtiene calculando el producto entre 5.038 localidades y 0,6 (factor que dicta la norma en el punto c) del inciso 4.3.5.) resultando en un ancho total de vías de egreso de 3.022,80 cm. Para dimensionar las vías de egreso deben considerarse, además, el espesor que ocupan los marcos y el espesor de las hojas cuando éstas están abiertas, a fin de cumplir con el ancho libre mínimo calculado anteriormente. Las vías de egreso ubicadas en las esquinas de la sala, se dimensionaron con 340,00 cm de ancho total, a este valor se le debe descontar 40,00 cm necesarios para instalar los marcos y el espesor de la hoja una vez abierta, resultando en un ancho libre de paso de 300,00 cm. Las vías de egreso ubicadas en tramos intermedios de las filas se dimensionaron con 310,00 cm de ancho total, descontando los 40,00 cm de marco y espesor de puerta resultan en 270,00 cm libres de paso. Las 4 vías de egreso ubicadas a la altura de la pista, dedicadas a personas con movilidad reducida, tienen una abertura de 160,00 cm cada una, posteriormente se encuentran dos rampas que, sumadas, superan este ancho, pero debe considerarse el menor ancho de la abertura ya que en ese tramo podría darse el fenómeno denominado como “cuello de botella” en una eventual evacuación de emergencia. Multiplicando entonces los 300,00 cm libres de las puertas de esquina por las 4 esquinas, sumados a los 270,00 cm libres de los 6 egresos intermedios, más los 160,00 cm por los 4 vanos a la altura de la pista resultan en un total de 3460,00 cm totales en todo el edificio, superando el mínimo necesario de 3022,80 cm obtenido según la fórmula indicada por la norma. Dichas puertas de egreso deben ser exclusivamente del tipo vaivén según lo determina el artículo 4.3.3 de la norma.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

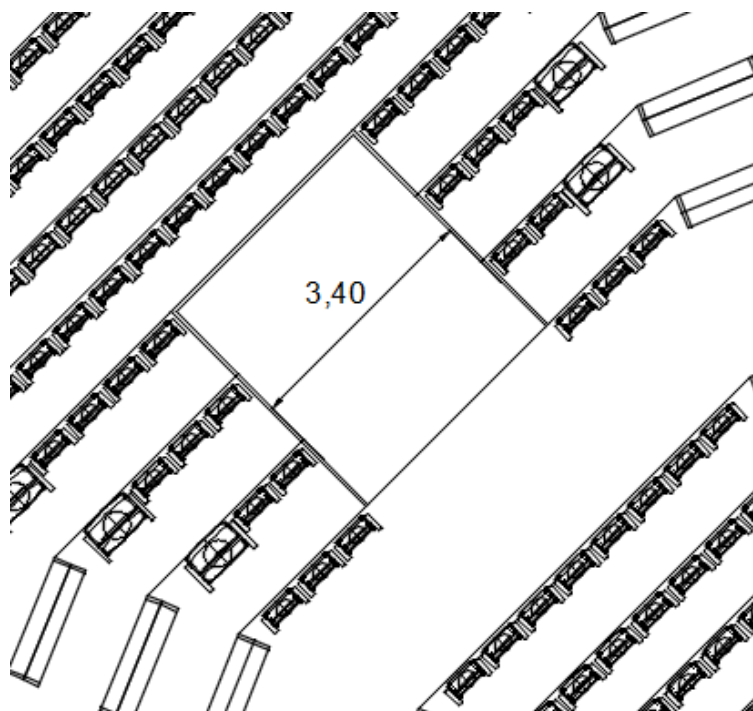


Figura VI-26. Ancho total de los egresos de esquina.

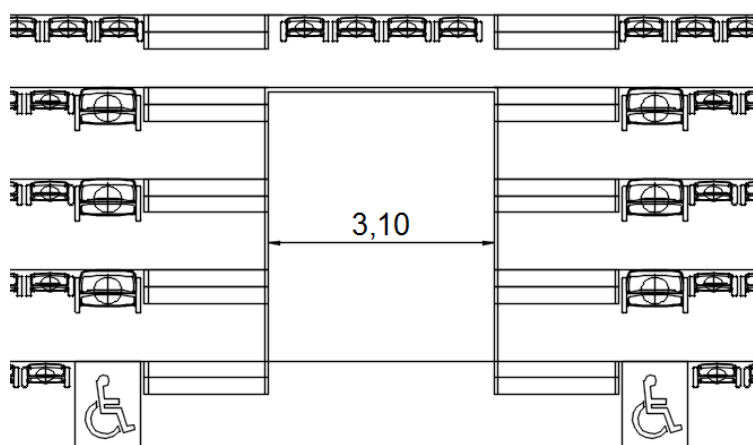


Figura VI-27. Ancho total de los egresos intermedios.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

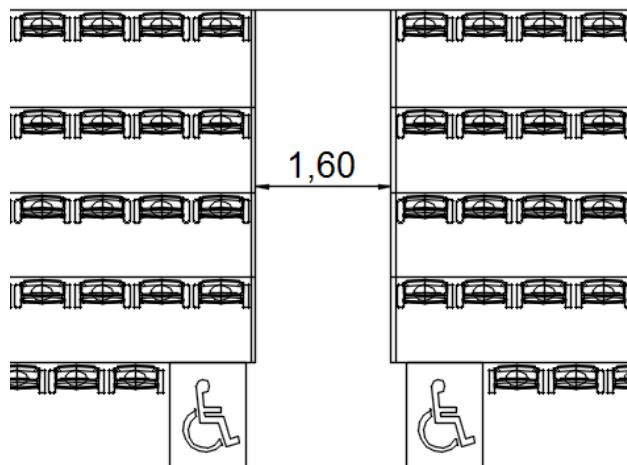


Figura VI-28. Ancho de los egresos de la planta inferior.

Las circulaciones horizontales deben cumplir además los siguientes apartados:

“4.3.7 Circulaciones horizontales de uso público (Ord.9387/95)

Las circulaciones horizontales de evacuación de uso público incluyen: los corredores o pasillos en planta baja en subsuelos y en pisos superiores y los pasajes comerciales.

4.3.7.1 Características de los corredores, pasillos o pasos (Ord.9387/95)

b) La determinación del ancho estará condicionada al número de personas a evacuar, tanto de la planta baja como de los pisos altos. El ancho no será acumulativo, salvo que en distintos niveles existan salas de uso público con capacidad para 100 personas o más. En el cómputo del ancho se tomarán en cuenta todas las bocas de salida. Una vez determinado el ancho mínimo, se lo deberá conservar en toda la longitud del corredor o pasillo.

c) Cuando sobre un corredor o pasillo desemboquen circulaciones verticales u horizontales de otros pisos que hagan incrementar el ancho del mismo, dicho incremento se exigirá solamente a partir de dicha desembocadura.

d) Cuando sobre un corredor o pasillo se ubiquen puertas para cierre del mismo, se tendrá en cuenta lo establecido en punto 4.3.5. no pudiendo reducirse el ancho del pasillo.

e) Cuando sobre un corredor o pasillo se ubiquen escalones o rampas que hagan variar su nivel, éstas no podrán reducir el ancho del pasillo.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 57 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

VI.4.2 MODIFICATORIA DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN (ORD. 12.519)

Esta ordenanza modifica el capítulo tercero del Código de Edificación de la Ciudad de Córdoba tratado anteriormente, exigiendo que todos los edificios públicos o privados clasificados como “reunión bajo techo” acorde a la modificatoria establecida en esta ordenanza, con 50 m² cubiertos o más, deben poseer al menos el 1% de la capacidad del edificio en asientos adaptados para personas con sobrepeso. Dichos asientos adaptados deben medir 80,00 cm entre ejes de apoya brazos y 70,00 cm de profundidad, deben ser de material resistente y adecuado y no estar segregados del público en general ni sectorizados.

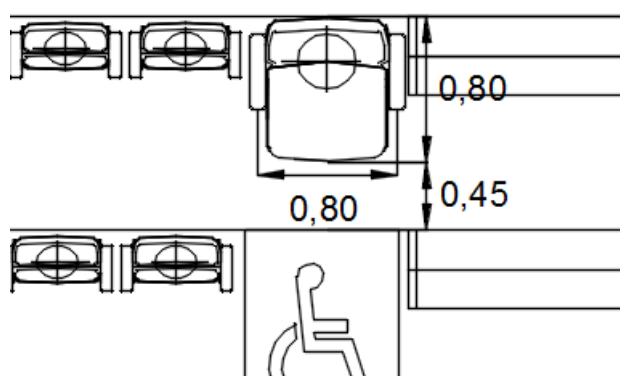


Figura VI-29. Dimensiones de butaca para personas con sobrepeso.

VI.4.3 PERSONAS CON MOVILIDAD REDUCIDA (LEY NACIONAL 24.314).

Esta Ley modifica la Ley Nacional 22.431 “Sistema de protección integral de los discapacitados” agregando disposiciones reglamentarias constructivas más específicas como medidas y dimensiones, por lo cual cumplir con esta Ley garantiza el cumplimiento de la mencionada Ley 22.431 que sólo establece bases para la integración de las personas con movilidad reducida. Los artículos a tener en cuenta en la Ley Nacional 24.314 se transcriben a continuación:

“ARTICULO 21º

A. EDIFICIOS CON ACCESO DE PUBLICO DE PROPIEDAD PUBLICA O PRIVADA

A.1. Prescripciones generales

Los edificios a construir cumplirán las prescripciones que se enuncian ofreciendo a las personas con movilidad y comunicación reducida: franqueabilidad, accesibilidad y uso.

A.1.1. Accesibilidad al predio o al edificio

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 58 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



En edificios a construir, el o los accesos principales, los espacios cubiertos, semicubiertos o descubiertos y las instalaciones cumplirán las prescripciones que se enuncian, ofreciendo franqueabilidad, accesibilidad y uso de las instalaciones a las personas con movilidad y comunicación reducida.”

Los accesos al polideportivo se diseñaron sin escalones para los espectadores ni para los jugadores. Para salvar la diferencia de nivel entre el sector de los jugadores (zona de calentamiento, duchas y vestidores ubicados a 1,20 m debajo del nivel de terreno) y los espectadores (ubicados a nivel de terreno) se emplea una rampa que permite el acceso vehicular al nivel inferior, ofreciendo mayor comodidad a los espectadores.

“A.1.3. Puertas

A.1.3.2. Formas de accionamiento

A.1.3.2.2 Accionamiento manual

El esfuerzo que se trasmite a través del accionamiento manual no superará los 36 N para puertas exteriores y 22 N para puertas interiores.

A.1.3.3. Herrajes

A.1.3.3.2. Herrajes suplementarios

Los herrajes suplementarios se colocarán en las puertas de los servicios sanitarios especiales para personas con movilidad reducida: de edificios de oficina, de locales con asistencia masiva de personas, de habitaciones destinadas a personas con movilidad reducida en servicios de hotelería y de establecimientos geriátricos. Estarán constituidos por barras de sección circular de 0,40 m de longitud como mínimo; colocados horizontales a una altura de 0,85 m del nivel del solado, o verticales u oblicuas con su punto medio a una altura de 0.90 m del nivel del solado. Se ubicarán en la cara exterior al local hacia donde abre la puerta con bisagras, pomelas o fichas de eje vertical.

A.1.3.3.3. Herrajes de retención

Las puertas de dos o más hojas llevarán pasadores que se puedan accionar a una altura de 1,00m \pm 0,20 m, medida desde el nivel del solado. En servicios sanitarios especiales para personas con movilidad reducida, los cerrojos se podrán abrir desde el exterior.”

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 59 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



La carpintería del sector jugadores y de los sanitarios para personas con movilidad reducida cumplen con estos artículos, a fin de poder ofrecer eventos de todo tipo, como los deportes adaptados.

“A.1.4. Circulaciones

A.1.4.1. Circulaciones horizontales

Los pasillos de circulación horizontal deberán tener un lado mínimo de 1,20 m. Se deberán disponer zonas de ensanchamiento de 1,50 m x 1,50 m o donde se pueda inscribir un círculo de 1,50 m de diámetro como mínimo, en los extremos y cada 20,00 m - en el caso de largas circulaciones -, destinadas al cambio de dirección o al paso simultáneo de dos sillas de ruedas.

Se tendrá en cuenta el "volumen libre de riesgos" - 0,90 m de ancho por 2,00 m de altura por el largo de la circulación, el cual no podrá ser invadido por ningún elemento que obstaculice la misma.”

Las rampas de acceso al nivel inferior y superior del sector de espectadores cumplen con el ancho mínimo permitido y el volumen libre de riesgos. En cuanto a su longitud, no superan los 12 metros, pero se dispusieron zonas de ensanche para permitir el giro y eventual retorno de las sillas de ruedas. Para la zona de los jugadores, los pasillos cumplen ampliamente con el ancho permitido.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 60 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

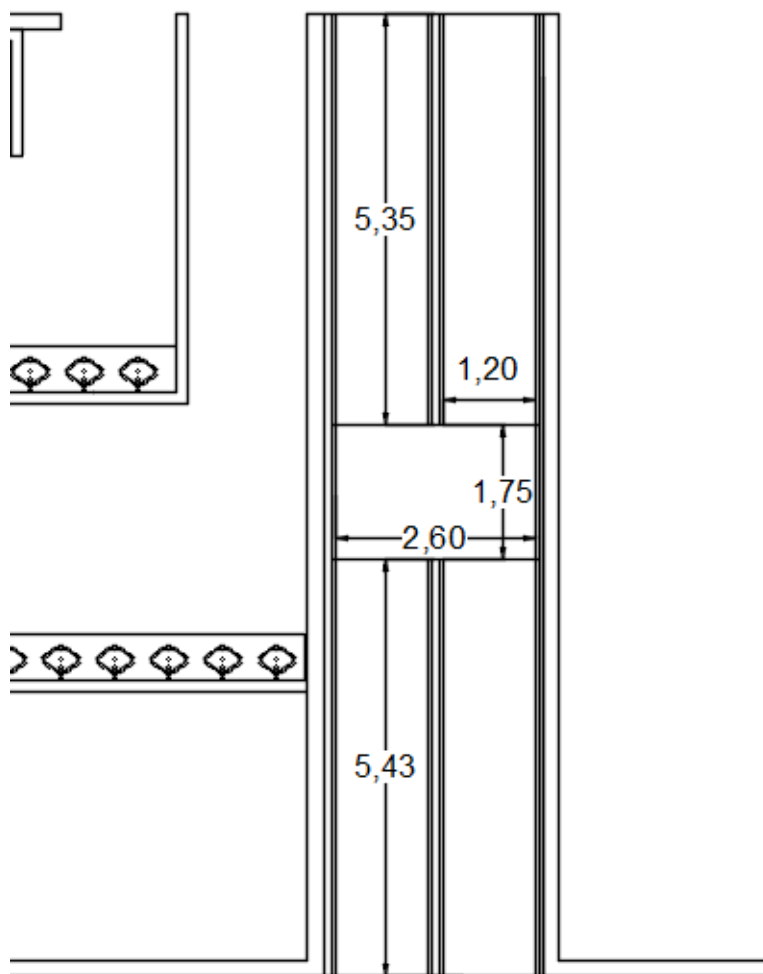


Figura VI-30. Dimensiones de la rampa a planta inferior.

"A.1.5. Locales sanitarios para personas con movilidad reducida"

A.1.5.1. Generalidades

Todo edificio con asistencia de público, sea de propiedad pública o privada, a los efectos de proporcionar accesibilidad física al público en general y a los puestos de trabajo, cuando la normativa municipal establezca la obligatoriedad de instalar servicios sanitarios convencionales, contará con un "servicio sanitario especial para personas con movilidad reducida", dentro de las siguientes opciones y condiciones.

- En un local independiente con inodoro y lavabo. (Anexo 26);
- Integrando los servicios convencionales para cada sexo con los de personas con movilidad reducida en los cuales un inodoro se instalará en un retrete y cumplirá con lo

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 61 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



prescrito en el ítem A. 1.5.1.1. y un lavabo cumplirá con lo prescrito en el ítem A.1.5.1.2., ambos de la reglamentación del artículo 21.

A.1.5.1.1. Inodoro

Se colocará un inodoro de pedestal cuyas dimensiones mínimas de aproximación serán de 0,80 m de ancho a un lado del artefacto, de 0,30 m del otro lado del artefacto, ambas por el largo del artefacto, su conexión y sistema de limpieza posterior, más 0,90 m, y frente al artefacto el ancho del mismo por 0,90 m de largo. El inodoro se colocará sobre una plataforma que no sobresalga de la base del artefacto, de modo que la taza del mismo con tabla resulte instalada de 0,50 m a 0,53 m del nivel del solado o se elevará con una tabla suplementada. El accionamiento del sistema de limpieza estará ubicado entre 0,90 m \pm 0,30 m del nivel del solado. Este artefacto con su superficie de aproximación libre y a un mismo nivel se podrá ubicar en:

- un retrete
- un retrete con lavabo
- un baño con ducha
- un baño con ducha y lavabo

A.1.5.1.2. Lavabo

Se colocará un lavabo de colgar (sin pedestal) o una mesada con bacha, a una altura de 0,85 m \pm 0,05 m con respecto al nivel del solado, ambos con espejo ubicado a una altura de 0,90 m del nivel del solado, con ancho mínimo de 0,50 m, ligeramente inclinado hacia adelante con un ángulo de 10°. La superficie de aproximación mínima tendrá una profundidad de 1,00 m frente al artefacto por un ancho de 0,40 m a cada lado del eje del artefacto, que se podrá superponer a las superficies de aproximación de otros artefactos. El lavabo o la mesada con bacha permitirán el acceso por debajo de los mismos en el espacio comprendido entre el solado y un plano virtual horizontal a una altura igual o mayor de 0,70 m con una profundidad de 0,25 m por un ancho de 0,40 m a cada lado del eje del artefacto y claro libre debajo del desagüe. (Anexo 30).

Este lavabo o mesada con bacha se podrá ubicar en:

- un local con inodoro
- un baño con inodoro y ducha

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 62 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



- *un local sanitario convencional*
- *una antecámara que se vincula con el local sanitario convencional o para personas con movilidad reducida*

A.1.5.1.3. Ducha y desagüe de piso

La ducha y su desagüe de piso constarán de una zona de duchado de 0,90 m x 0,90 m con asiento rebatible y una zona seca de 0,80 m x 1,20 m, que estarán al mismo nivel en todo el local. La ducha con su desagüe, zona de duchado y zona seca se podrán instalar en un gabinete independiente o con otros artefactos que cumplan con lo prescrito en los ítems anteriores, pudiéndose en ese caso superponer la zona seca con las superficies de aproximación del o de los artefactos restantes en la forma seguidamente indicada:

- *en un gabinete independiente con zona de duchado de 0,90m x 0,90m y superficie de 1,50m x 1,50m que incluye la zona seca y el espacio necesario para el giro a 360° de una silla de ruedas.*

- *en un baño con inodoro*
- *en un baño con inodoro y lavabo*

Los locales sanitarios para espectadores cuentan con lavabo e inodoro según lo especifica la presente norma, consistiendo éstos en locales independientes. En cuanto a los locales sanitarios para los jugadores, se dispusieron 3 locales independientes con inodoro y lavabo y duchas con zona de giro en zona seca.

“A.1.7. Estacionamiento de vehículos

En estacionamiento de vehículos en edificios destinados a todo uso, con carácter público o privado, y estacionamientos comerciales se dispondrán "módulos de estacionamiento especiales" según lo siguiente:

- *los módulos de estacionamiento especial para vehículos adaptados para personas con discapacidad motora, tendrán un ancho mínimo de 3,50 m*

- *en caso de disponerlos de a pares, el ancho total de ambos módulos será de 6,00 m; en el sector central y con un ancho de 1,00m, se señalará en el solado el corredor común de acceso. (Anexo 32); a partir de (20) veinte módulos de estacionamiento se dispondrá un módulo de estacionamiento especial cada (50) cincuenta módulos convencionales o fracción”*

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 63 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Si se estima que aproximadamente el 75% de los espectadores concurren a los eventos en vehículos particulares, y se adopta un factor de ocupación de dos personas por vehículo, son necesarios casi 1900 módulos convencionales para estacionamiento, por lo cual se deben prever 38 módulos para vehículos adaptados ya que cada 50 módulos o fracción la norma exige un módulo adaptado.

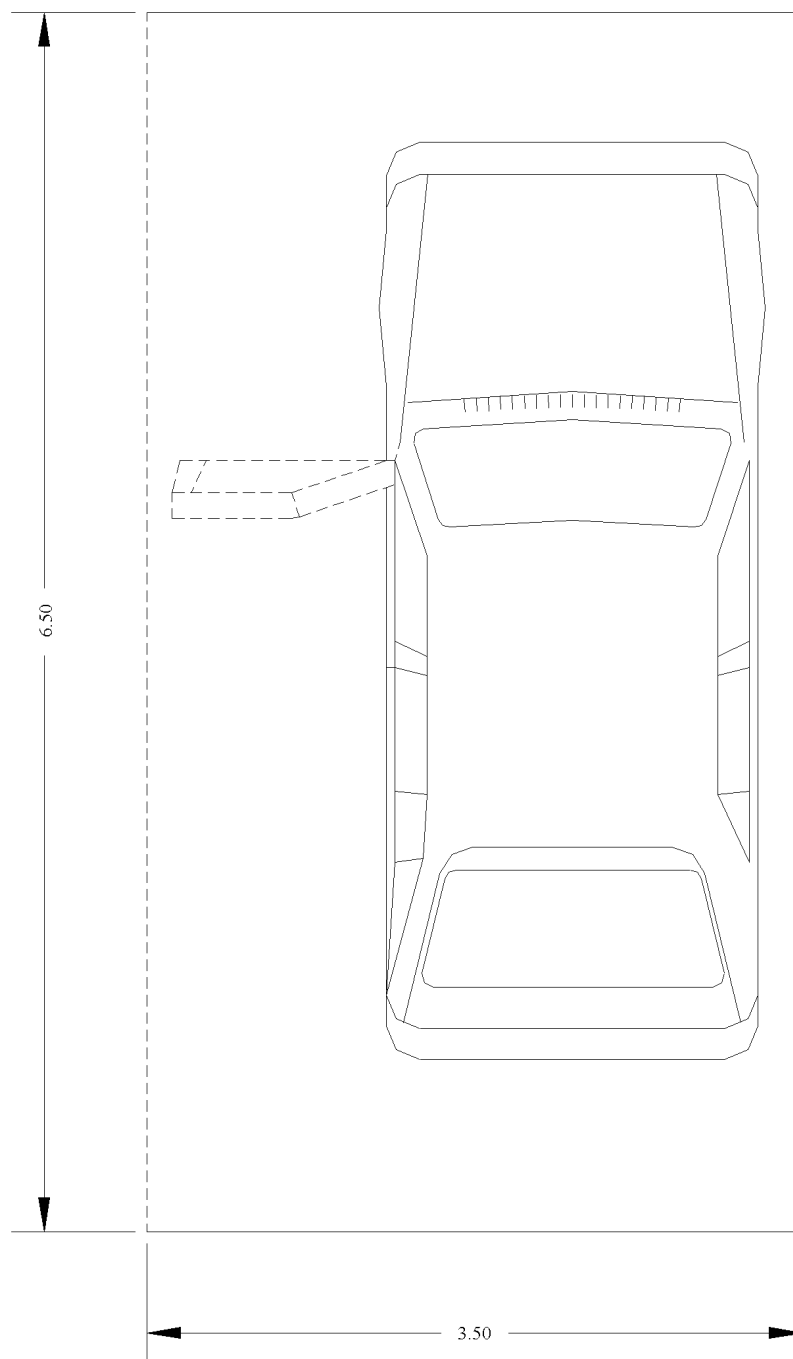


Figura VI-31. Dimensiones de módulo de estacionamiento adaptado.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 64 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

VI.5 PLANTA ARQUITECTÓNICA

Luego de haber determinado los requisitos dimensionales para cada deporte, recolectado información sobre proyectos similares y de haber analizado las normas constructivas aplicables al presente proyecto se procedió a trazar el diseño arquitectónico definitivo, a continuación, se muestran los diferentes niveles y cortes para mayor claridad en el consecuente desarrollo estructural:

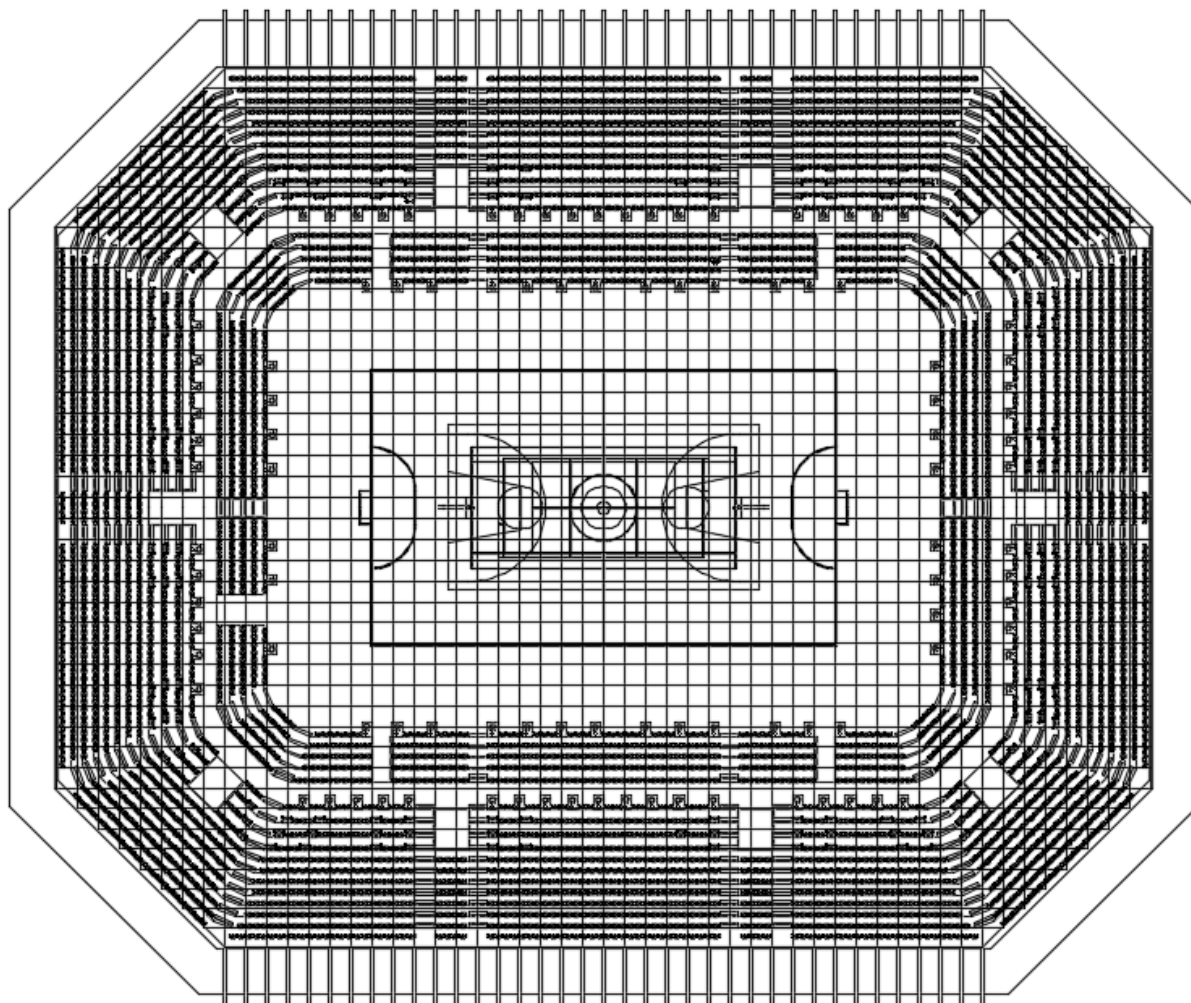


Figura VI-32. Vista superior del polideportivo.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

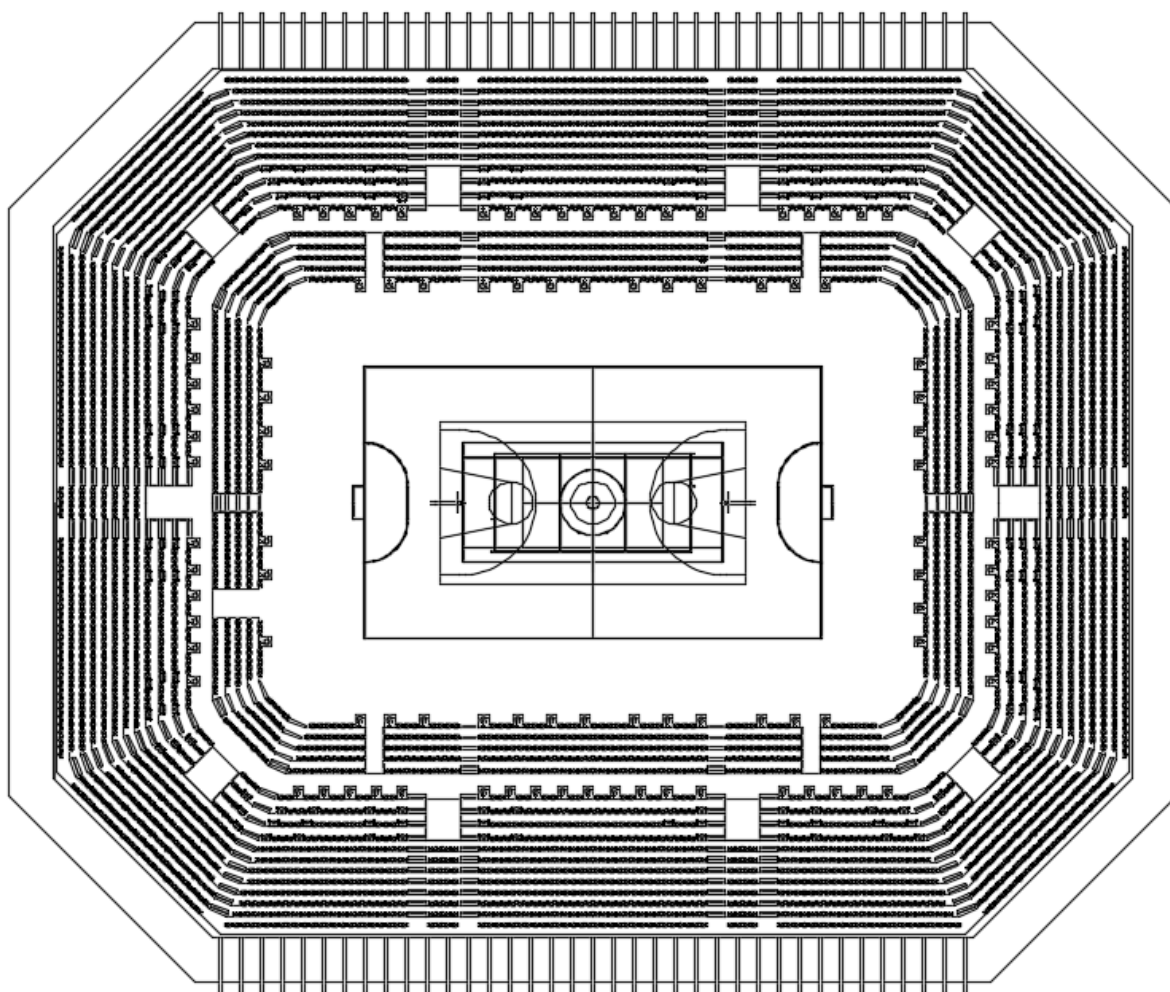


Figura VI-33. Tribuna Superior.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

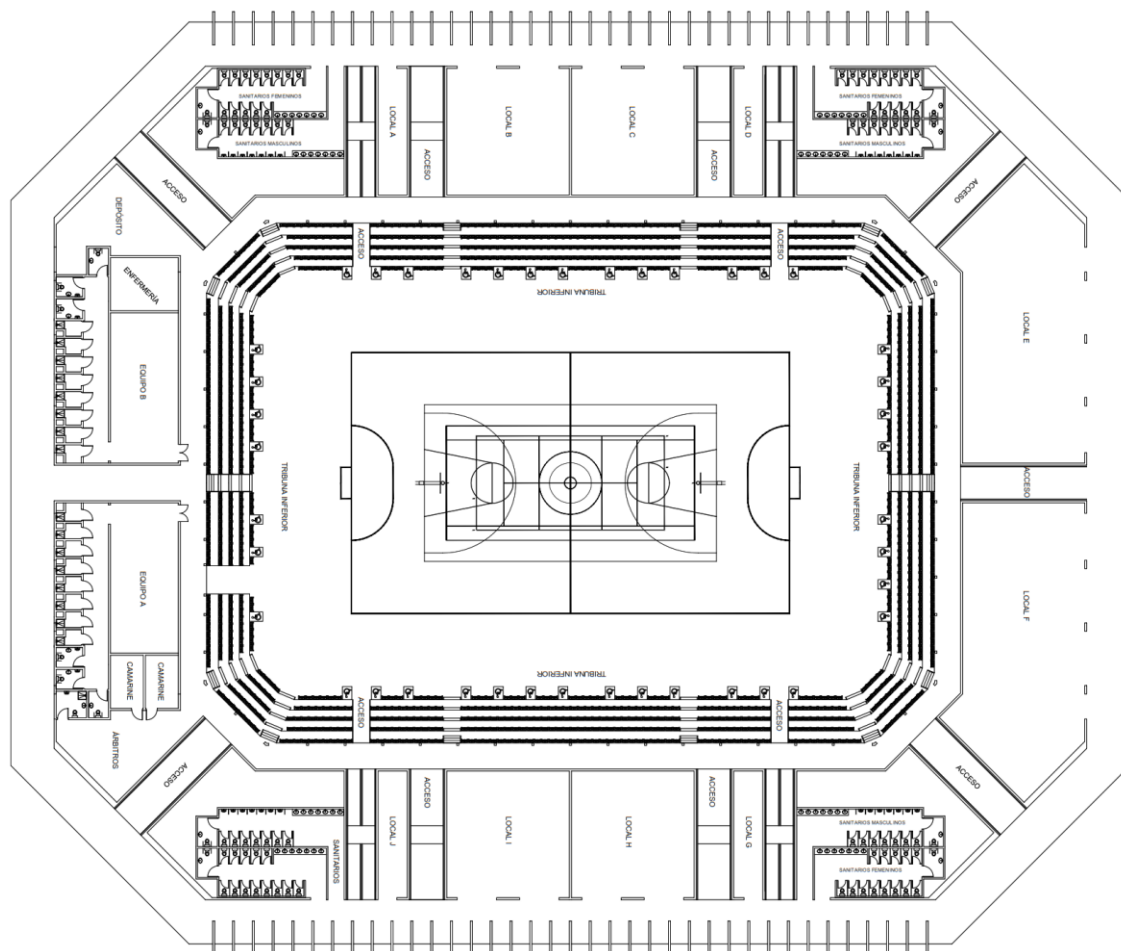


Figura VI-34. Tribuna Inferior.

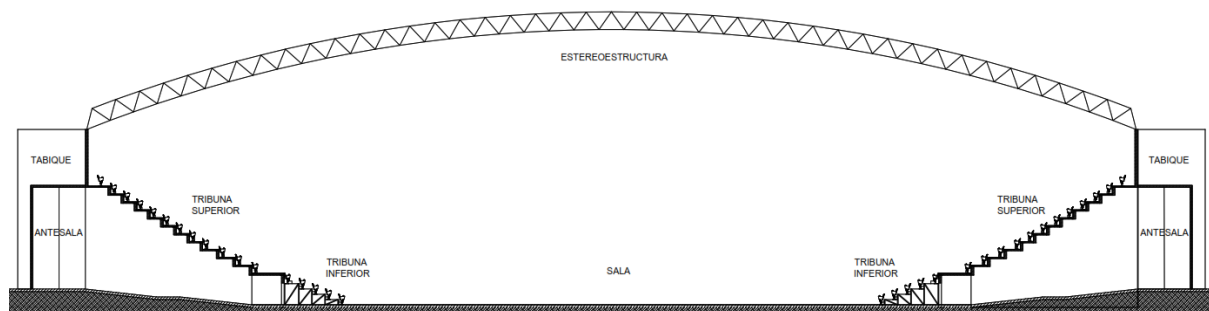


Figura VI-35. Corte A-A

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 67 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

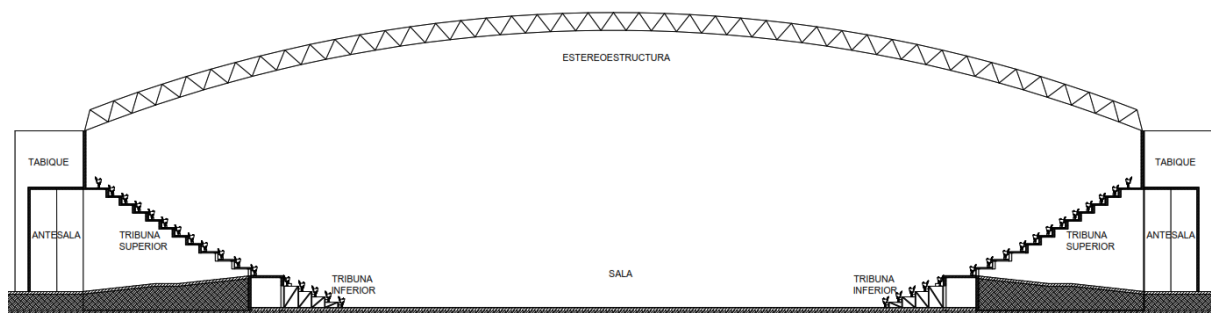


Figura VI-36. Corte B-B

Para el cerramiento superior se eligió una estructura metálica denominada estereoestructura. Este tipo de estructuras metálicas, además de ser vistosas, son de peso reducido comparado con los sistemas de vigas metálicas convencionales. A continuación, un breve marco teórico sobre este tipo de cerramientos:

VI.6 ESTEREOESTRUCTURAS:

Las estereoestructuras son estructuras metálicas espaciales compuestas por barras y nudos que, unidos entre sí, forman un tejido sinérgico extremadamente resistente y liviano, entendiendo por estructura espacial a toda aquella estructura que se presente físicamente en las tres dimensiones, es decir, aquella que tiene una distribución de cargas solidaria y uniforme a través de las tres dimensiones, opuesto a la transferencia lineal de cargas en un sistema tradicional de vigas.

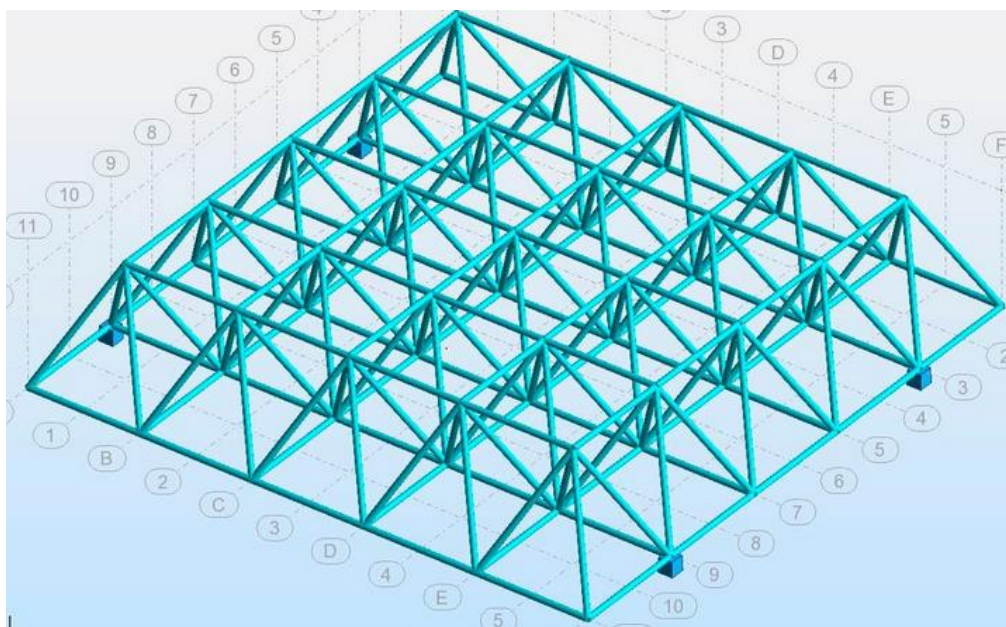


Figura VI-37. Estereoestructura modelo.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



El trabajo solidario de todos los elementos, tanto barras como nudos, produce un reparto espacial equitativo de todos los esfuerzos. Así, los valores máximos de las solicitaciones son normalmente muy inferiores a los que se producirían en una estructura equivalente tradicional.

Su funcionamiento es simple: dos únicos elementos (barras y nudos) se combinan para generar todo el sistema estructural. Aportan una solución constructiva que, si bien es más costosa de calcular (por el gran número de elementos), su fabricación es automática: a base de elementos prefabricados iguales que no precisan de mano de obra cualificada (ya que su unión es mecánica y no por soldadura en la mayoría de los casos).

Las barras son piezas o elementos rígidos de sección prismática o cilíndrica, lineales y rectos, esbeltos capaces de conducir esfuerzos axiales de tracción o compresión a lo largo de su eje baricéntrico.

Los nudos son los puntos de concurrencia de las barras. Un nudo puede estar compuesto por uno, dos o más elementos que tienen como finalidad unir firmemente las barras concurrentes.

El cerramiento escogido debe cubrir luces libres que rondan los 80 metros en una dirección y 100 metros en su perpendicular, sostenido por tabiques de hormigón ubicados a espaldas de los espectadores en todo su contorno. Habiendo realizado una breve introducción al sistema de las estereoestructuras y de las particularidades de este proyecto se procede a realizar el cálculo estructural de la misma con el empleo del software RAM Advanse 9.5 para obtener los esfuerzos solicitantes.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VII CÁLCULO ESTRUCTURAL

El objetivo del proyectista estructural es obtener una estructura económica, segura y factible, que cumpla con los requisitos funcionales y estéticos fijados en el programa de proyecto.

El proyecto estructural, es por ello una mezcla equilibrada de ciencia y arte. El proyectista de estructuras debe tener un conocimiento completo (científico e intuitivo) de la estética, la mecánica, la dinámica y el análisis estructural; de las propiedades de los materiales estructurales y de su respuesta frente a las solicitaciones; de la relación entre la función, distribución y forma de los elementos estructurales y la estructura en su conjunto; debe tener también una apreciación clara de los valores estéticos y funcionales que deben ser destacados o satisfechos por la estructura; y finalmente un conocimiento de las técnicas constructivas, de la tecnología del medio y de los costos relativos. (Gabriel R. Troglia, 2007)

El cálculo estructural del presente polideportivo inicia en la cubierta metálica, ya que su propio peso y las acciones externas que éste reciba afectarán a la estructura de hormigón armado que lo sostiene.

Se procedió a cargar la estereoestructura en el programa RAM Advanse 9.5 con las combinaciones de cargas que el reglamento CIRSOC determina. Dichas combinaciones de carga están especificadas en el CIRSOC 301 para el diseño de ESTRUCTURAS DE ACERO EN EDIFICIOS, página A-9, y son:

- $1,4 (D + F)$
- $1,2 (D + F + T) + 1,6 (L + H) + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R)$
- $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (f_1 L \text{ ó } 0,8 W)$
- $1,2 D + 1,6 W + f_1 L + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R)$
- $1,2 D + 1,0 E + f_1 (L + L_r) + f_2 S$
- $0,9 D + (1,6 W \text{ ó } 1,0 E) + 1,6 H$

Siendo:

D: acciones permanentes

F: acciones de líquidos en general (en caso de presencia continuada y con presiones y máxima altura bien definidas)

T: acciones térmicas climáticas, acciones térmicas funcionales del tipo normativo, deformaciones impuestas por el proceso constructivo o fuerzas resultantes del proceso de soldado.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 70 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



L: acción debida a la ocupación y equipamiento.

H: peso y empuje lateral del suelo y del agua en el suelo.

L_r: cargas útiles en cubierta y mantenimiento de cubiertas.

S: acción de la nieve.

R: acción debida a la lluvia inicial, o hielo, sin considerar los efectos de acumulación de agua.

W: acción del viento.

E: acción sísmica.

f₁: 1,0 para áreas con concentración de público, áreas donde la sobrecarga sea mayor que 5,0 kN/m², garajes o playas de estacionamiento, cargas de puentes grúas y monorrieles y otras cargas concentradas mayores que 50 kN.

f₁= 0,5 para otras sobrecargas.

f₂= 0,7 para configuraciones particulares de techos (tales como las de diente de sierra) que no permiten evacuar la nieve acumulada.

f₂ = 0,2 para otras configuraciones de techo.

Estas combinaciones de cargas representan los diferentes escenarios a los que una estructura podrá estar sometida durante su vida útil. La estructura, y cada elemento de ella, debe soportar la combinación de carga que genere los mayores esfuerzos, dado que un elemento puede estar sometido a los máximos esfuerzos normales (tracción o compresión), esfuerzos de corte o cizalla, y momentos flectores y torsores en combinaciones diferentes. Para encontrar dichos esfuerzos máximos se determinan primero las cargas actuantes.

La carga permanente **D**, compuesta principalmente por el peso propio de la estructura, se obtiene mediante el software de cálculo RAM Advanse 9.5 una vez modelada la estructura metálica. Dicho programa calcula el peso de cada elemento de la estereoestructura a partir de la sección y material elegido, brindando un valor preciso.

La sobrecarga de uso, o carga de ocupación **L**, se determina en función del destino del edificio. El reglamento CIRSOC 101 (CARGAS PERMANENTES Y SOBRECARGAS DE USO) fija valores mínimos de sobrecargas de uso a respetar siempre que no se prevean cargas de uso mayores. Dichas sobrecargas se encuentran en la Tabla 4.1, pág. 21, por

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 71 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



ejemplo, para estrados y tribunas con asientos fijos, se determina una sobrecarga mínima de uso de 3 kN/m^2 , para gimnasios o similares, la sobrecarga será de 5 kN/m^2 y para pisos de escenarios se considerará una sobrecarga de 7 kN/m^2 .

La acción del viento **W**, se determina mediante el reglamento CIRSOC 102. El efecto del viento es notable sólo en estructuras ligeras, como la cubierta metálica del polideportivo. El esfuerzo de viento significa un porcentaje menor de las solicitaciones que recibe la estructura de hormigón frente al peso y las solicitaciones que recibe de la cubierta metálica, sismo y peso propio, por ello, en este Trabajo, el esfuerzo de viento es considerado sólo en la cubierta metálica.

Contrariamente a la acción del viento, la acción sísmica actúa con preponderancia en las estructuras pesadas, como las estructuras creadas de hormigón, y genera pequeños esfuerzos en estructuras ligeras como la cubierta metálica. En el presente Trabajo Final se analiza dicho esfuerzo sólo en la estructura de hormigón respetando el reglamento CIRSOC 103.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VII.1 ESTRUCTURA METÁLICA

Cuando se habla de una estructura metálica se refiere a cualquier estructura que esté formada de principalmente por materiales metálicos, comúnmente de acero. El acero estructural debe tener un conjunto de propiedades y características que se obtienen a partir de su composición química y de su proceso de fabricación.

El acero es una aleación que contiene principalmente hierro (más del 98%) además de carbono, fósforo, azufre, silicio y manganeso entre otros elementos. El carbono es el componente que tiene mayor influencia en las propiedades del acero, ya que la resistencia y la dureza del mismo aumentan con el contenido de carbono. Como contrapartida, el acero se vuelve cada vez más frágil, perjudicando sus propiedades de soldabilidad y ductilidad.

En los distintos países, las Normas y Especificaciones clasifican a los aceros para uso estructural según sus propiedades y características. La industria Nacional fabrica aceros que responden a normas nacionales, norteamericanas y del Mercosur, coexistiendo así, especificaciones locales IRAM e IRAM IAS, Normas ASTM norteamericanas, Normas EN europeas, Normas ISO europeas, Normas NM Mercosur y Normas DIN alemanas. La Norma IRAM-IAS U 500-503/2003 para aceros al carbono para uso estructural da valores máximos en los contenidos de Carbono (C), Fósforo (P) y Azufre (S). Por ejemplo, para el carbono, el máximo se ubica entre 0,20% y 0,28%, para el fósforo es 0,045% y para el azufre es 0,05%. Las propiedades mecánicas del acero dependen principalmente de la composición química, los procesos de laminado y fabricación y el tratamiento térmico de los aceros.

Para el cálculo estructural de la cubierta metálica planteada se parte de la determinación de los esfuerzos que van a actuar sobre ella, siendo los más importantes, el esfuerzo generado por el viento, la sobrecarga de uso a considerar por reglamento y el peso propio de la estereoestructura.

VII.1.1 ACCIÓN DEL VIENTO

El viento es causado por las diferencias de temperatura existentes al producirse un desigual calentamiento de las diversas zonas de la Tierra y de la atmósfera. Las masas de aire más calientes tienden a ascender, y su lugar es ocupado entonces por las masas de aire circundante, más frío y, por lo tanto, más denso. Se denomina propiamente "viento" a la corriente de aire que se desplaza en sentido horizontal, reservándose la denominación de "corriente de convección" para los movimientos de aire en sentido vertical. La dirección del viento depende de la distribución y evolución de los centros isobáricos; se desplaza de los

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 73 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



centros de alta presión (anticiclones) hacia los de baja presión (depresiones) y su fuerza es tanto mayor cuanto mayor es el gradiente de presiones. En su movimiento, el viento se ve alterado por diversos factores tales como el relieve y la aceleración de Coriolis. En superficie, el viento viene definido por dos parámetros: la dirección en el plano horizontal y la velocidad

La energía calorífica de la radiación solar es la generatriz de todos los procesos meteorológicos y climáticos que se dan en la tierra. Al incidir sobre el planeta, atraviesa el gas atmosférico sin apenas calentarlo; en cambio sí calienta la superficie terrestre que es la que acaba transmitiendo el calor al aire atmosférico en contacto con ella. Así pues, es la tierra la que calienta directamente la atmósfera y no la radiación solar. Esto tiene una importante trascendencia para entender la dinámica de todos los procesos que se dan en meteorología

Este reglamento se utiliza para determinar las cargas de viento de diseño para edificios y otras estructuras, incluyendo tanto su sistema principal resistente a la fuerza del viento como sus elementos componentes y de revestimiento. Se deben determinar dichas cargas siguiendo alguno de los procedimientos siguientes:

- Método 1 – Procedimiento simplificado tal como se especifica en el Capítulo 4 del reglamento, para edificios que reúnen los requisitos allí indicados.
- Método 2 – Procedimiento analítico tal como se especifica en el Capítulo 5 del reglamento, para edificios y otras estructuras que reúnen los requisitos allí indicados.
- Método 3 – Procedimiento del Túnel de Viento tal como se especifica en el Capítulo 6 del reglamento.

El método 1 (proceso de cálculo simplificado) exige cumplir las siguientes condiciones para poder emplearse:

- Se trata de un edificio con diafragmas simples (un edificio cerrado o parcialmente cerrado en el cual las cargas de viento se transmiten al sistema principal vertical resistente a la fuerza del viento a través de diafragmas de entrepisos y cubierta).
- La pendiente de la cubierta del edificio es menor a 10° .
- La altura media de la cubierta h del edificio es menor o igual a 10 m.
- El edificio o estructura es de forma regular, como se define en el Capítulo 2 del reglamento en análisis.
- El edificio no se encuadra como edificio flexible.
- La estructura del edificio no posee juntas de dilatación o separaciones, y
- El edificio no está sujeto a los efectos topográficos del reglamento en análisis. (esto es, $K_{zt} = 1$).

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 74 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

El polideportivo no cumple con todas las condiciones del método 1, por lo tanto, se verifica si se cumple con las condiciones del método número 2, llamado analítico, para obtener los esfuerzos solicitantes de viento. Para ello se sigue el capítulo 5 del reglamento CIRSCO 102:

- El edificio u otra estructura es de forma regular, es decir que no contiene irregularidades geométricas espaciales.
- El edificio u otra estructura no posee características de respuesta que den lugar a cargas transversales de viento, desprendimientos de vórtices, inestabilidad debida a galope o flameo. Por su ubicación, tampoco deben merecer consideración especial los efectos de canalización o golpeteo en la estela debido a las obstrucciones a barlovento.

El polideportivo no posee características de respuesta que den lugar a cargas transversales de viento cumpliendo con la segunda condición y es de forma regular, permitiendo el uso del método analítico.

VII.1.2 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

1. Primeramente, se determina la velocidad básica del viento V del mapa de la Figura 1 A o de la Tabla 1 B y el factor de direccionalidad K_d de la Tabla 6 del reglamento CIRSOC 102. Se adjuntan dichas tablas a continuación para mayor claridad en el proceso de cálculo:

Tabla VII-1. Velocidad básica del viento. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.

CIUDAD	V (m/s)
BAHIA BLANCA	55,0
BARIOLOCHE	46,0
BUENOS AIRES	45,0
CATAMARCA	43,0
COMODORO RIVADAVIA	67,5
CORDOBA	45,0
CORRIENTES	46,0
FORMOSA	45,0
LA PLATA	46,0
LA RIOJA	44,0
MAR DEL PLATA	51,0
MENDOZA	39,0
NEUQUEN	48,0
PARANA	52,0
POSADAS	45,0
RAWSON	60,0
RESISTENCIA	45,0
RIO GALLEGOS	60,0
ROSARIO	50,0
SALTA	35,0
SANTA FE	51,0
SAN JUAN	40,0
SAN LUIS	45,0
SAN MIGUEL DE TUCUMAN	40,0
SAN SALVADOR DE JUJUY	34,0
SANTA ROSA	50,0
SANTIAGO DEL ESTERO	43,0
USHUAIA	60,0
VIEDMA	60,0

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 75 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Ingresando a la tabla citada anteriormente se obtiene la velocidad básica del viento en Córdoba, fijada en 45 m/s. Posteriormente se ingresa a la Tabla 6 del CIRSOC 102 para obtener el coeficiente K_d .

Tabla VII-2. Factor de direccionalidad. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad K_d *
Edificios	
Sistema principal resistente a la fuerza de viento	0,85
Componentes y revestimientos	0,85
Cubiertas abovedadas	0,85
Chimeneas, tanques y estructuras similares	
Cuadradas	0,90
Hexagonales	0,95
Redondas	0,95
Carteles llenos	0,85
Carteles abiertos y estructura reticulada	0,85
Torres reticuladas	
Triangular, cuadrada, rectangular	0,85
Toda otra sección transversal	0,95

Para el sistema principal resistente y para componentes y revestimientos, el factor de direccionalidad es $K_d = 0,85$.

2. Se determina un factor de importancia I . Dicho factor se obtiene de la Tabla 1 del CIRSOC 102, en función de las categorías de edificios y otras estructuras indicadas en la Tabla A-1, del Apéndice A del reglamento.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla VII-3. Clasificación de edificios. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.

Naturaleza de la Ocupación	Categoría
Edificios y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: <ul style="list-style-type: none">▪ Instalaciones Agrícolas.▪ Ciertas instalaciones temporarias.▪ Instalaciones menores para almacenamiento.	I
Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categorías I, III y IV.	II
Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: <ul style="list-style-type: none">▪ Edificios y otras estructuras donde se reúnen más de 300 personas en un área.▪ Edificios y otras estructuras para guarderías, escuelas primarias y secundarias con capacidad mayor que 150 personas.▪ Edificios y otras estructuras con instalaciones para el cuidado diurno con capacidad mayor que 150 personas.▪ Edificios y otras estructuras con una capacidad mayor que 500 personas para universidades o instalaciones para educación de adultos.▪ Instalaciones para el cuidado de la salud con una capacidad de 50 o más pacientes residentes pero sin instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia.▪ Instalaciones para cárceles y detenciones.▪ Estaciones de generación de energía y otras instalaciones de utilidad pública no incluidas en la Categoría IV. Edificios y otras estructuras que contienen suficientes cantidades de sustancias tóxicas o explosivas como para ser peligrosas al público si se liberan, incluyendo, pero no limitado, a: <ul style="list-style-type: none">▪ Instalaciones petroquímicas.▪ Instalaciones para almacenamiento de combustibles.▪ Plantas de fabricación o almacenamiento de productos químicos peligrosos.▪ Plantas de fabricación o almacenamiento de explosivos. Edificios y otras estructuras equipados con contención secundaria de sustancias tóxicas, explosivas u otras peligrosas (incluyendo, pero no limitado a, tanques de doble pared, receptáculos de tamaño suficiente para contener un derrame u otros medios de contención de derrames o explosiones dentro de los límites de la instalación y prevenir la liberación de cantidades de contaminantes nocivos para el aire, el suelo, el agua freática o superficial) deben clasificarse como estructuras de Categoría II.	III
Edificios y otras estructuras diseñadas como instalaciones esenciales, incluyendo, pero no limitados a: <ul style="list-style-type: none">▪ Hospitales y otras instalaciones para el cuidado de la salud que tienen instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia.▪ Cuarteles de bomberos, centros de rescate, estaciones de policía y garajes para vehículos de emergencia.▪ Refugios diseñados contra sismos, huracanes y otras emergencias.▪ Centros de comunicaciones y otras instalaciones necesarias para respuestas a emergencias.▪ Estaciones generadoras de energía y otras instalaciones de utilidad pública necesarias en una emergencia.▪ Estructuras auxiliares necesarias para la operación de aquellas de Categoría IV durante una emergencia (incluyendo pero no limitado a torres de comunicación, tanques de almacenamiento de combustible, torres de refrigeración, estructuras de sub-estaciones de electricidad, tanques de agua para incendio u otras estructuras de alojamiento o soporte de agua, otros materiales o equipamiento para combatir el fuego).▪ Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares de emergencia.▪ Instalaciones de almacenamiento de agua y estructuras de bombeo requeridas para mantener la presión de agua para combatir incendios.▪ Edificios y otras estructuras con funciones críticas de defensa nacional.	IV

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 77 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Tabla VII-4. Factor de Importancia. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.

Categoría	I
I	0,87
II	1,00
III	1,15
IV	1,15

Ingresando a la Tabla VII-3, puede clasificarse la estructura del polideportivo como categoría III, por lo cual el factor de importancia según la Tabla VII-4 es $I = 1,15$.

- Se determina para cada dirección de viento, una categoría de exposición y los coeficientes para presión dinámica K_z o K_h , según corresponda.

Para cada dirección de viento se debe determinar una categoría de exposición que refleje adecuadamente las características de las irregularidades del terreno en el cual se va a construir el polideportivo. Si bien en el presente Trabajo Final se consideraron sólo dos direcciones de viento por cuestiones de simplicidad, coincidentes en este caso con las direcciones principales de la estructura, se deberían considerar también direcciones de viento cruzadas, dado que el viento puede provenir en cualquier dirección y la combinación de esfuerzos puede generar solicitaciones desfavorables a las originadas en direcciones principales. Las direcciones de viento analizadas son:

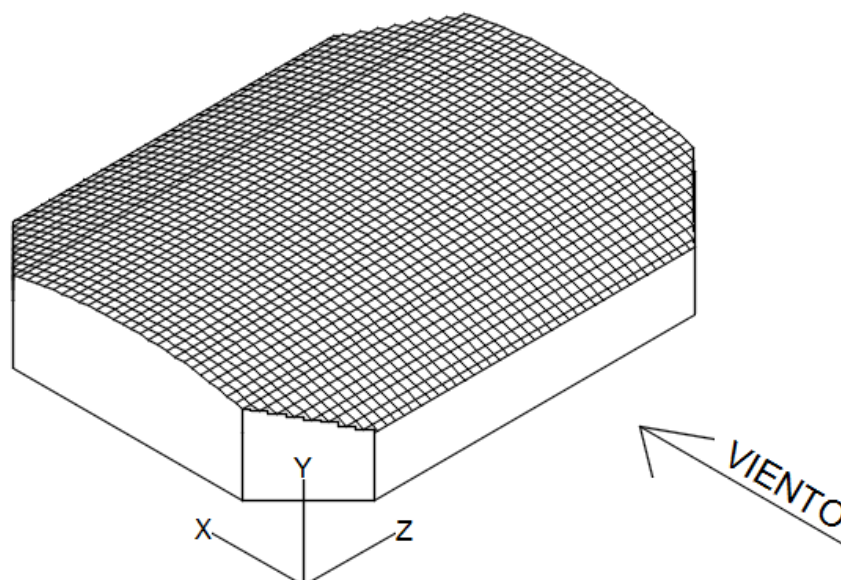


Figura VII-1. Dirección principal X del viento.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 78 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

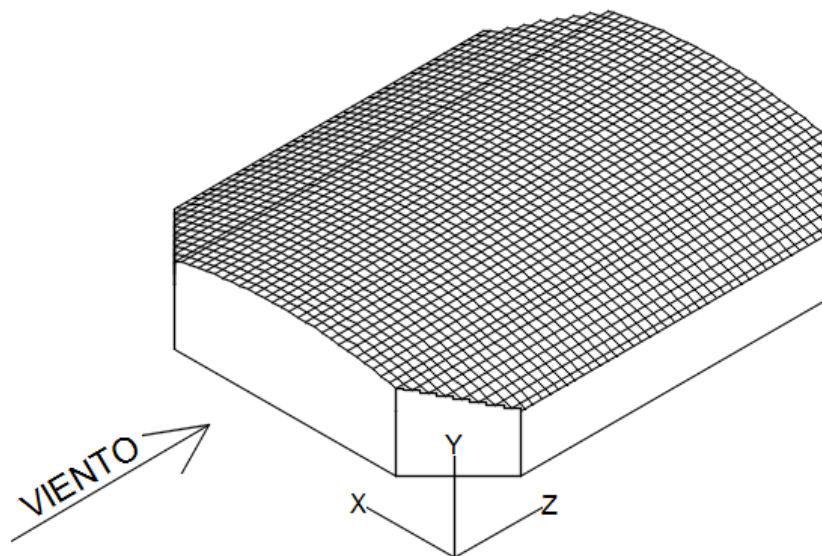


Figura VII-2. Dirección principal Z del viento.

Para cualquier dirección dada de viento, la exposición en la cual se ubica un edificio específico u otra estructura se debe fijar dentro de las siguientes categorías:

- Exposición A. Centro de grandes ciudades con al menos 50% de los edificios de altura mayor que 20 m. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición A prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 800 m ó 10 veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor. Se tendrán en cuenta los posibles efectos de acanalamiento o presiones dinámicas incrementadas debido a que el edificio o estructura se localiza en la estela de edificios adyacentes.
- Exposición B. Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición B prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 500 m ó 10 veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor.
- Exposición C. Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.
- Exposición D. Áreas costeras planas, sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia de al menos 1600 m. Esta exposición se debe aplicar solamente a aquellos edificios y otras estructuras expuestas al viento soplando desde el agua. La exposición D se extiende tierra adentro desde la costa a una distancia de 500 m ó 10 veces la altura del edificio o estructura, la que sea mayor.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 79 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

Analizando el terreno seleccionado en el Apartado “Entorno”, se determina que la clasificación más adecuada es la Exposición C, terrenos abiertos con obstrucciones dispersas.

Los componentes y revestimientos para edificios con una altura media de cubierta h igual o menor a 20 m, se deben calcular usando una presión dinámica q_h basada en la exposición que conduzca a las cargas de viento más elevadas para cualquier dirección del viento en el sitio de emplazamiento. Dicha altura media de cubierta es definida por el reglamento como: el promedio entre la altura del alero y la altura del punto más elevado de la superficie de cubierta. Para el polideportivo en estudio, la altura del punto más elevado de la cubierta es de 20,30 m sobre el nivel de terreno y la altura del punto más bajo de la cubierta metálica es de 12,80 m medidos también sobre el nivel de terreno, siendo la altura media el promedio de las dos alturas anteriores resulta $h = 16,55 \text{ m}$.

En base a la categoría de exposición determinada y a la altura media de cubierta h , se debe obtener de la Tabla VII-5, un coeficiente de exposición para la presión dinámica K_z o K_h , según corresponda.

Tabla VII-5. Coeficientes de exposición. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.

Altura sobre el nivel del terreno, z (m)	Exposición (Nota 1)					
	A		B		C	D
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Casos 1 y 2	Casos 1 y 2
0 – 5	0,68	0,33	0,72	0,59	0,87	1,05
6	0,68	0,36	0,72	0,62	0,90	1,08
7,50	0,68	0,39	0,72	0,66	0,94	1,12
10	0,68	0,44	0,72	0,72	1,00	1,18
12,50	0,68	0,48	0,77	0,77	1,05	1,23
15	0,68	0,51	0,81	0,81	1,09	1,27
17,50	0,68	0,55	0,84	0,84	1,13	1,30
20	0,68	0,57	0,88	0,88	1,16	1,33
22,50	0,68	0,60	0,91	0,91	1,19	1,36
25	0,68	0,63	0,93	0,93	1,21	1,38
30	0,68	0,68	0,98	0,98	1,26	1,43
35	0,72	0,72	1,03	1,03	1,30	1,47
40	0,76	0,76	1,07	1,07	1,34	1,50
45	0,80	0,80	1,10	1,10	1,37	1,53
50	0,83	0,83	1,14	1,14	1,40	1,56
55	0,86	0,86	1,17	1,17	1,43	1,59
60	0,89	0,89	1,20	1,20	1,46	1,61
75	0,98	0,98	1,28	1,28	1,53	1,68
90	1,05	1,05	1,35	1,35	1,59	1,73
105	1,12	1,12	1,41	1,41	1,64	1,78
120	1,18	1,18	1,46	1,46	1,69	1,82
135	1,23	1,23	1,51	1,51	1,73	1,86
150	1,29	1,29	1,56	1,56	1,77	1,89

La tabla anterior no tiene un coeficiente exacto para $h = 16,55 \text{ m}$, pero este valor puede obtenerse a partir de una interpolación lineal. Para $h = 17,50 \text{ m}$, exposición C, el coeficiente

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 80 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



es igual a 1,13, y para $h = 15,00 \text{ m}$ resulta igual a 1,09, interpolando linealmente dicho coeficiente resulta en 1,12.

4. Se determina un factor topográfico K_{zt} de acuerdo con el artículo 5.7 del reglamento CIRSOC 102.

En este paso se deben considerar los efectos topográficos sobre la velocidad del viento cuando se cumpla alguno de los siguientes casos:

- La loma, escarpa o colina se encuentra aislada y sin obstrucciones a barlovento generadas por otros rasgos topográficos de similar altura, en una distancia igual a 100 veces la altura del rasgo topográfico $100 H$ ó 3000 m, según cuál sea el menor valor. Esta distancia se medirá horizontalmente desde el punto en el cual se determina la altura H de la loma, escarpa o colina.
- La loma, escarpa o colina sobresale un factor de dos o más veces la altura de cualquier rasgo topográfico del terreno a barlovento, dentro de un cuadrante cualquiera de radio igual a 3000 m.
- La estructura se localiza en la mitad superior de una loma o colina o cerca del borde de una escarpa.
- $\frac{H}{L_h} \geq 0,2$
- $H \geq 5 \text{ m}$ para exposiciones C y D y $H \geq 20 \text{ m}$ para exposiciones A y B.

Dado que el polideportivo se emplaza en una zona sin ondulaciones ni obstáculos a considerar, se toma el factor topográfico $K_{zt} = 1$.

5. Se determina un factor de efecto de ráfaga G o G_f , siendo el primero para estructuras rígidas y el segundo para estructuras flexibles, de acuerdo con el artículo 5.8 del reglamento CIRSOC 102.

El presente polideportivo puede considerarse como una estructura rígida debido a su gran superficie y baja altura. Según el reglamento, el factor de efecto de ráfaga G , puede adoptarse igual a 0,85 o puede determinarse mediante la expresión:

$$G = 0,925 \frac{1 + 1,7 g_q I_z Q}{1 + 1,7 g_v I_z} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

$$I_z = c \left(\frac{10}{z} \right)^{\frac{1}{6}} \quad \text{Ec. 2}$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 81 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Siendo:

- $I_{\bar{z}}$ la intensidad de la turbulencia a la altura \bar{z} .
- \bar{z} la altura equivalente de la estructura ($0,6 \times h$ pero no menor que z_{min} para todos los edificios de altura h).

Los valores de z_{min} y c están indicados para cada tipo de exposición en la Tabla VII-6. Las magnitudes g_Q y g_V se adoptarán igual a 3,40.

Tabla VII-6. Constantes de exposición. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.

Exposición	α	z_g (m)	\hat{a}	\hat{b}	$\bar{\alpha}$	\bar{b}	c	ℓ (m)	$\bar{\varepsilon}$	z_{min} (m)
A	5,0	457	1/5	0,64	1/3,0	0,30	0,45	55	1/2,0	18,3
B	7,0	366	1/7	0,84	1/4,0	0,45	0,30	98	1/3,0	9,2
C	9,5	274	1/9,5	1,00	1/6,5	0,65	0,20	152	1/5,0	4,6
D	11,5	213	1/11,5	1,07	1/9,0	0,80	0,15	198	1/8,0	2,1

Recordando el valor de $h = 16,55 \text{ m}$, por lo cual $\bar{z} = 9,93 \text{ m}$ y siendo \bar{z} mayor que el $z_{min} = 4,60 \text{ m}$ fijado para los edificios de exposición C, se emplea este valor para el cálculo de $I_{\bar{z}}$ con $c = 0,20$;

$$I_{\bar{z}} = 0,20 \left(\frac{10}{9,93} \right)^{\frac{1}{6}} = 0,20 \quad \text{Ec. 3}$$

La respuesta base Q , presentada a continuación, debe analizarse en las dos direcciones de viento elegidas, dado que depende de las dimensiones del polideportivo;

$$Q = \sqrt{\frac{1}{1 + 0,63 \left(\frac{B + h}{L_{\bar{z}}} \right)^{0,63}}} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

- B es la dimensión horizontal del edificio medida normalmente a la dirección del viento y h la ya mencionada altura media de la cubierta.
- $L_{\bar{z}}$ es la escala de longitud integral de la turbulencia a la altura equivalente.

$$L_{\bar{z}} = l \left(\frac{\bar{z}}{10} \right)^{\bar{\varepsilon}} \quad \text{Ec. 5}$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 82 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Donde l y $\bar{\varepsilon}$ se extraen de la Tabla VII-6. Luego:

$$L_{\bar{z}} = 152 \left(\frac{9,93}{10} \right)^{\frac{1}{5}} = 151,79 \quad \text{Ec. 6}$$

Reemplazando el valor de $L_{\bar{z}}$ en Q :

$$Q_x = \sqrt{\frac{1}{1 + 0,63 \left(\frac{105,00 + 16,55}{151,79} \right)^{0,63}}} = 0,80 \quad \text{Ec. 7}$$

Siendo $B = B_z = 105,00 \text{ m}$ para el viento en la dirección X.

$$Q_z = \sqrt{\frac{1}{1 + 0,63 \left(\frac{88,00 + 16,55}{151,79} \right)^{0,63}}} = 0,82 \quad \text{Ec. 8}$$

Siendo $B = B_x = 88,00 \text{ m}$ para el viento en la dirección Z.

Adoptando Q_z para el cálculo de G se está del lado de la seguridad, por ser el mayor que Q_x , luego:

$$G = 0,925 \frac{1 + 1,7 * 3,4 * 0,2 * 0,82}{1 + 1,7 * 3,4 * 0,2} = 0,84 \quad \text{Ec. 9}$$

Se adopta entonces, el valor de efecto ráfaga $G = 0,84$

6. Se determina una clasificación de cerramiento.

Para la determinación de los coeficientes de presión interna todos los edificios se clasifican en cerrados, parcialmente cerrados o abiertos. Las definiciones de dichas clasificaciones se transcriben a continuación para un mejor análisis:

- Edificio abierto: Un edificio que tiene cada pared abierta al menos en un 80%. Esta condición se expresa para cada pared mediante la expresión $A_o \geq 0,8 \times A_g$, donde A_o es el área total de aberturas en una pared que recibe presión externa positiva en m^2 y A_g es el área total de aquella pared con la cual A_o está asociada, en m^2 .

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 83 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

- Edificio parcialmente cerrado: Un edificio que cumple con las dos condiciones siguientes:
 - El área total de aberturas en una pared que recibe presión externa positiva excede la suma de las áreas de aberturas en el resto de la envolvente del edificio (paredes y cubierta) en más del 10%. Y, además:
 - El área total de aberturas en una pared que recibe presión externa positiva excede el valor menor entre $0,4 \text{ m}^2$ o el 1% del área de dicha pared, y el porcentaje de aberturas en el resto de la envolvente del edificio no excede el 20%.
- Edificio cerrado: Un edificio que no cumple con las condiciones establecidas para edificios abiertos o parcialmente cerrados.

Aplicando las condiciones anteriores a las fachadas del polideportivo, se encuentra que no cumplen con las condiciones de edificio abierto ni parcialmente cerrado, por lo tanto, se continúa el análisis como edificio cerrado.

7. Se determina el coeficiente de presión interna GC_{pi} . Los coeficientes de presión interna GC_{pi} se determinan de la Tabla VII-7 en base a la clasificación de cerramientos presentada en el artículo anterior.

Tabla VII-7. Coeficiente de presión interna. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.

Clasificación de cerramiento	GC_{pi}
Edificios abiertos	0,00
Edificios parcialmente cerrados	+ 0,55 - 0,55
Edificios cerrados	+ 0,18 - 0,18

En función de la Tabla VII-7 se adopta $GC_{pi} = \pm 0,18$ correspondiente a edificios cerrados.

8. Se determinan los coeficientes de presión externa C_p o GC_{pf} , o los coeficientes de fuerza C_f , según corresponda, de acuerdo con los artículos 5.11.2. o 5.11.3. del reglamento. Ya que los coeficientes C_f deben determinarse para el caso de edificios clasificados como abiertos, sólo se determinarán los coeficientes de presión externa C_p o GC_{pf} .

Los coeficientes de presión externa para sistemas principales resistentes a la fuerza del viento C_p están dados en la Figura 3 y Tabla 8 del reglamento CIRSOC 102. La mencionada Figura 3 contiene esquemas en planta y alzado de perfiles edilicios habituales, a continuación, se muestra el perfil reglamentado más adecuado para el análisis del polideportivo:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 84 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

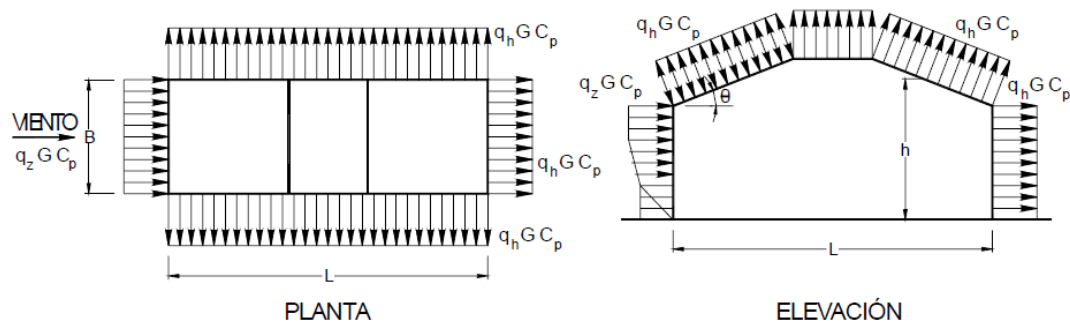


Figura VII-3. Coeficiente de presión externa. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.

Para ajustar el esquema planteado en la Figura VII-3 a la cubierta del polideportivo, ilustrada en alzada en la Figura VII-4 para mayor claridad en el siguiente desarrollo, se adoptan distintos valores del ángulo θ en concordancia con los tramos de la cubierta y se extraen de esa forma distintos valores de C_p .

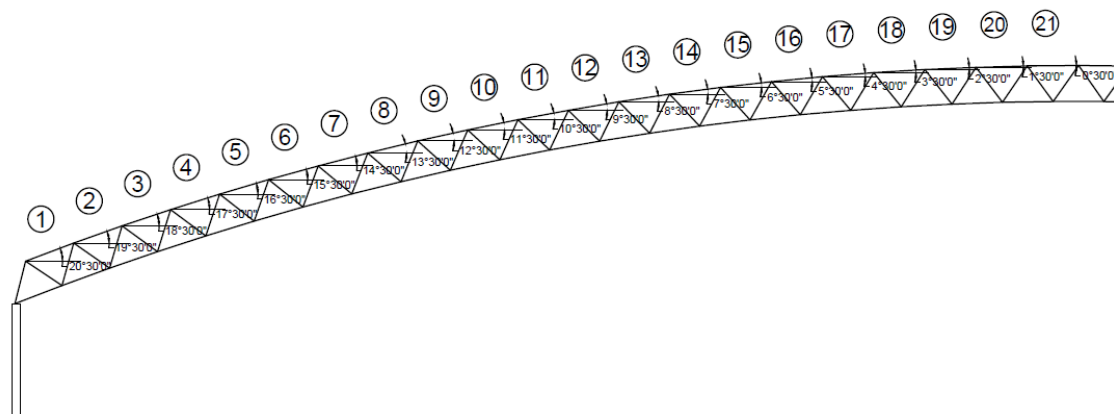


Figura VII-4. Perfil de la cubierta metálica.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			
			Página 85 de 182



Tabla VII-8. Ángulo Θ de cada tramo.

Tramo	Ángulo Θ
1	20° 30' 00"
2	19° 30' 00"
3	18° 30' 00"
4	17° 30' 00"
5	16° 30' 00"
6	15° 30' 00"
7	14° 30' 00"
8	13° 30' 00"
9	12° 30' 00"
10	11° 30' 00"
11	10° 30' 00"
12	9° 30' 00"
13	8° 30' 00"
14	7° 30' 00"
15	6° 30' 00"
16	5° 30' 00"
17	4° 30' 00"
18	3° 30' 00"
19	2° 30' 00"
20	1° 30' 00"
21	0° 30' 00"

Dado que el polideportivo se estudia en sus dos direcciones principales, llamadas para este análisis $L_x = 105,00 \text{ m}$ y $L_y = 88,00 \text{ m}$, se deben obtener dos valores distintos de $\frac{h}{L}$, siendo $h = 16,55 \text{ m}$ la altura media de la cubierta obtenida previamente. Realizando la división indicada para ambas direcciones:

$$\frac{h}{L_x} = \frac{16,55}{105,00} = 0,16 \quad \text{Ec. 10}$$

$$\frac{h}{L_y} = \frac{16,55}{88,00} = 0,19 \quad \text{Ec. 11}$$

Con el ángulo de cada tramo, y el valor $\frac{h}{L}$, se ingresa a la Tabla 8 del CIRSOC 102, anexada a continuación (Tabla VII-9):

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 86 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Tabla VII-9. Coeficiente de presión para cubiertas. Fuente: CIRSOC 102, julio 2005.

Dirección del viento	Barlovento Ángulo θ en grados									Sotavento Ángulo θ en grados		
	h/L	10	15	20	25	30	35	45	$\geq 60^\circ$	10	15	≥ 20
Normal a la cumbrera para $\theta \geq 10^\circ$	$\leq 0,25$	-0,7	-0,5 0,0*	-0,3 0,2	-0,2 0,3	-0,2 0,3	0,0* 0,4	0,4	0,01 θ	-0,3	-0,5	-0,6
	0,5	-0,9	-0,7	-0,4 0,0*	-0,3 0,2	-0,2 0,2	-0,2 0,3	0,0* 0,4	0,01 θ	-0,5	-0,5	-0,6
	$\geq 1,0$	-1,3**	-1,0	-0,7 -0,5 0,0*	-0,5 0,2	-0,3 0,2	-0,2 0,2	0,0* 0,3	0,01 θ	-0,7	-0,6	-0,6
Normal a la cumbrera para $\theta < 10^\circ$ y paralela a la cumbrera para todo θ	$\leq 0,5$	Distancia horizontal desde el borde a barlovento				C_p	* Se da el valor para fines de interpolación ** El valor puede reducirse linealmente con el área sobre la cual es aplicable como sigue:					
		0 a h/2				-0,9						
		h/2 a h				-0,9						
		h a 2h				-0,5						
		> 2h				-0,3						
	$\geq 1,0$	0 a h/2				-1,3**	Área (m ²)		Factor de reducción			
							≤ 10		1,0			
							25		0,9			
							≥ 100		0,8			

El reglamento permite la interpolación lineal para obtener los valores de C_p . Utilizando entonces dicho método de aproximación para viento en la dirección X, es decir, normal a la cumbrera, se tiene para cada tramo los siguientes valores:

Tabla VII-10. Coeficientes de presión para θ mayores a 10° .

Tramo	Ángulo θ	C_p
1	20° 30' 00"	-0.29
2	19° 30' 00"	-0.32
3	18° 30' 00"	-0.36
4	17° 30' 00"	-0.40
5	16° 30' 00"	-0.44
6	15° 30' 00"	-0.48
7	14° 30' 00"	-0.52
8	13° 30' 00"	-0.56
9	12° 30' 00"	-0.60
10	11° 30' 00"	-0.64
11	10° 30' 00"	-0.68

Tabla VII-11. Coeficientes de presión para θ menores a 10° .

Tramo	Ángulo θ	C_p
12	9° 30' 00"	-0.50
13	8° 30' 00"	-0.50
14	7° 30' 00"	-0.50
15	6° 30' 00"	-0.50
16	5° 30' 00"	-0.50
17	4° 30' 00"	-0.50
18	3° 30' 00"	-0.50
19	2° 30' 00"	-0.30
20	1° 30' 00"	-0.30
21	0° 30' 00"	-0.30

Para el viento en la dirección Z, es decir, en la dirección paralela a la cumbrera, el coeficiente C_p varía según la distancia al borde de la estructura ubicado a barlovento, por lo tanto:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 87 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

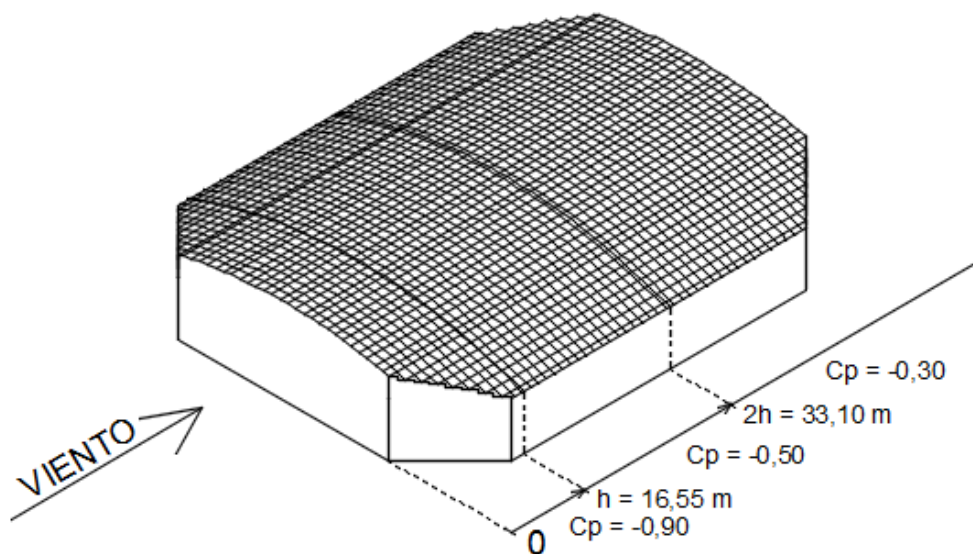


Figura VII-5. Coeficientes para viento paralelo a la cumbrera.

9. Se determina la presión dinámica q_z o q_h , según corresponda.

La presión dinámica q_z , evaluada a la altura z , se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$q_z = 0,613 * K_z * K_{zt} * K_d * V^2 * I \quad \text{Ec. 12}$$

Siendo:

- K_d el factor de direccionalidad del viento definido en el artículo 5.4.4.
- K_z el coeficiente de exposición para la presión dinámica definido en el artículo 5.6.4.
- K_{zt} el factor topográfico definido en el artículo 5.7.2.
- q_h la presión dinámica calculada a la altura media de cubierta h .
- V la velocidad básica del viento obtenida previamente.
- I el factor de importancia definido anteriormente.

Reemplazando los valores obtenidos para la altura media de cubierta h se tiene:

$$q_z = 0,613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \times I \quad \text{Ec. 13}$$

$$q_h = 0,613 \times 1,12 \times 1 \times 0,85 \times 45^2 \times 1,15 \quad \text{Ec. 14}$$

$$q_h = 1359,00 \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 88 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



10. Se determina la carga de viento de diseño p o F de acuerdo con los artículos 5.12. y 5.13. del reglamento CIRSOC 102, según corresponda. La carga de viento F se aplica a edificios abiertos, por lo cual, para el presente caso se determina la carga de viento p .

Las presiones de diseño para los sistemas principales resistentes a la fuerza del viento de edificios de todas las alturas se deben determinar mediante la siguiente expresión:

$$p = q \times GC_p - q_i \times (GC_{pi}) \quad \text{Ec. 15}$$

Siendo:

- $q = q_z$ para paredes a barlovento evaluada a la altura z sobre el terreno;
- $q = q_h$ para paredes a sotavento, paredes laterales y cubiertas, evaluada a la altura media de cubierta, h ;
- $q_i = q_h$ para paredes a barlovento, paredes laterales, paredes a sotavento y cubiertas de edificios cerrados y para la evaluación de la presión interna negativa en edificios parcialmente cerrados;
- $q_i = q_z$ para la evaluación de la presión interna positiva en edificios parcialmente cerrados donde la altura z está definida como el nivel de la abertura más elevada del edificio que podría afectar la presión interna positiva. Para edificios ubicados en regiones donde se pueda dar el arrastre de partículas por el viento, el vidriado en los 20 m inferiores que no sea resistente a impactos o no esté protegido con una cubierta resistente a impactos, se debe tratar como una abertura de acuerdo con el artículo 5.9.3. Para la evaluación de la presión interna positiva, q_i se puede calcular conservativamente a la altura h ($q_i = q_h$);
- G el factor de efecto de ráfaga según el artículo 5.8 del reglamento.;
- C_p el coeficiente de presión externa de la Figura 3 o de la Tabla 8 del reglamento;
- (GC_{pi}) el coeficiente de presión interna de la Tabla 7 del reglamento.
- q y q_i se deben evaluar usando la exposición definida en el artículo 5.6.2.1 del reglamento.

Calculando la presión de diseño p con cada coeficiente C_p para cada dirección;

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 89 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Tabla VII-12. Presión de diseño para viento en dirección X.

Tramo	Ángulo θ	C_p	$q \cdot G \cdot C_p - q \cdot (+GC_{pi})$ [N/m ²]	$q \cdot G \cdot C_p - q \cdot (-GC_{pi})$ [N/m ²]
1	20° 30' 00"	-0.29	-575.67	-86.43
2	19° 30' 00"	-0.32	-609.92	-120.68
3	18° 30' 00"	-0.36	-655.58	-166.34
4	17° 30' 00"	-0.40	-701.24	-212.00
5	16° 30' 00"	-0.44	-746.91	-257.67
6	15° 30' 00"	-0.48	-792.57	-303.33
7	14° 30' 00"	-0.52	-838.23	-348.99
8	13° 30' 00"	-0.56	-883.89	-394.65
9	12° 30' 00"	-0.60	-929.56	-440.32
10	11° 30' 00"	-0.64	-975.22	-485.98
11	10° 30' 00"	-0.68	-1020.88	-531.64
12	9° 30' 00"	-0.50	-815.40	-326.16
13	8° 30' 00"	-0.50	-815.40	-326.16
14	7° 30' 00"	-0.50	-815.40	-326.16
15	6° 30' 00"	-0.50	-815.40	-326.16
16	5° 30' 00"	-0.50	-815.40	-326.16
17	4° 30' 00"	-0.50	-815.40	-326.16
18	3° 30' 00"	-0.50	-815.40	-326.16
19	2° 30' 00"	-0.30	-587.09	-97.85
20	1° 30' 00"	-0.30	-587.09	-97.85
21	0° 30' 00"	-0.30	-587.09	-97.85

Tabla VII-13. Presión de diseño para viento en dirección Z.

Dist. Z desde el borde a barlovento [m]	C_p	$q \cdot G \cdot C_p - q \cdot (+GC_{pi})$ [N/m ²]	$q \cdot G \cdot C_p - q \cdot (-GC_{pi})$ [N/m ²]
0 - 16.55	-0.90	-1272.02	-782.78
16.55 - 33.10	-0.50	-815.40	-326.16
33.10 - 98.80	-0.30	-587.09	-97.85

Debe tenerse en cuenta que, las presiones de diseño obtenidas previamente, se aplican perpendicularmente sobre los cerramientos de la cubierta. Los signos positivos indican presiones hacia el interior del edificio y los signos negativos indican presiones de succión o hacia el exterior del edificio.

Para considerar el peso propio de los cerramientos de la cubierta se recurre al CIRSOC 101 CARGAS PERMANENTES Y SOBRECARGAS MÍNIMAS. En el capítulo 3 de dicha norma se encuentran tabulados los pesos unitarios de distintos materiales utilizados normalmente en la construcción. Dentro de la sección "CUBIERTAS" se encuentra el material seleccionado para el cerramiento del polideportivo, chapa acanalada de perfil ondulado o trapezoidal de acero zincado o aluminizado de 0,70 mm de espesor. Para dicho material, la densidad especificada en el reglamento es de 0,07 kN/m². Luego se debe obtener el esfuerzo producido por la sobrecarga mínima establecida en el artículo 4.9 del mismo reglamento, la cual se obtiene mediante la Ec. 16:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 90 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

$$L_r = 0,96 \times R_1 \times R_2$$

Ec. 16

Donde:

- L_r es la sobrecarga de cubierta por metro cuadrado de proyección horizontal en kN/m^2
- R_1 es un factor de reducción que depende del factor A_t , el área tributaria de la cubierta, soportado por cualquier elemento estructural.
- R_2 es un factor de reducción que depende del factor adimensional F , siendo, para un arco o cúpula:

$$F = \frac{\text{altura}}{\text{luz}} \times 32$$

Ec. 17

Reemplazando la altura por 1,34 m (la separación entre las mallas de la estereoestructura) y 79,18 m por la luz libre:

$$F = \frac{1,34}{79,18} \times 32 = 0,54$$

Con dicho valor, se obtiene del CIRSOC 101 (página 29, capítulo 4) un $R_2 = 1$.

El A_t , es el área que cada chapa acanalada debe cubrir, siendo igual a $3,61 \text{ m}^2$. Consultando el CIRSOC 101 (página 29, capítulo 4) se obtiene el $R_1 = 1$.

Por lo tanto, con los factores de reducción R obtenidos:

$$L_r = 0,96 \times 1 \times 1 = 0,96 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Con la carga permanente de la cubierta, la sobrecarga útil reglamentaria, la carga generada por el viento y el peso propio de las barras se procede a analizar la estructura metálica en el programa RAM Advanse con las combinaciones de carga establecidas por el reglamento ya explicadas en el parágrafo CÁLCULO ESTRUCTURAL. Debe mencionarse que, las cargas generadas por lluvia (**R**), nieve (**S**), dilatación térmica (**T**) y sismo (**E**) no se tuvieron en cuenta en este análisis por tratarse de un Trabajo Final a nivel de anteproyecto.

Los elementos de la estereoestructura son de acero denominado en el medio Nacional como "F24" o "A36" según nomenclatura norteamericana y posee un límite de fluencia de $F_y = 248 \text{ [MPa]}$ y un módulo elástico $E = 200.000 \text{ [MPa]}$. La sección escogida tiene un diámetro externo de 139,7 mm y 3,7 mm de espesor, como lo indica la Figura VII-6:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 91 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

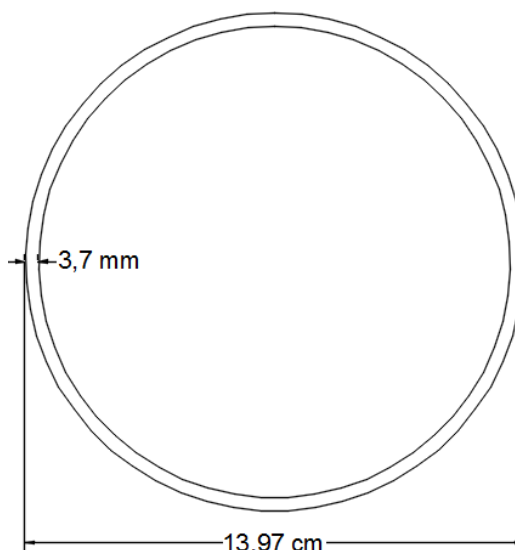


Figura VII-6. Sección transversal de tubos de la estereoestructura.

El análisis del programa RAM Advanse arroja los esfuerzos axiales, cortantes y momentos flectores en cada elemento de la estereoestructura. Con dichos esfuerzos debe verificarse, según los reglamentos CIRSOC 301 y 302, la resistencia de la sección escogida a dichas solicitaciones. Verificar dicha sección para el elemento solicitado con los mayores esfuerzos implica que los elementos con menores esfuerzos también verificarán ya que todos los elementos son de idénticas características. Dado que existen tres tipos de esfuerzo (normal o axial, cortante y momento flector o torsor) se debe verificar la sección escogida para cada uno de ellos en su máximo valor nominal y para las combinaciones que puedan producirse entre ellos, es decir, un elemento puede verificar el máximo esfuerzo axial y el máximo momento flector, pero puede no verificar una combinación entre estos dos esfuerzos aun no aplicándose en sus valores máximos. Es por esto que cada elemento debiera ser verificado individualmente para cada combinación de carga.

Para explicar brevemente estos conceptos se emplea un elemento empotrado en un extremo y libre en el otro como el que sigue:

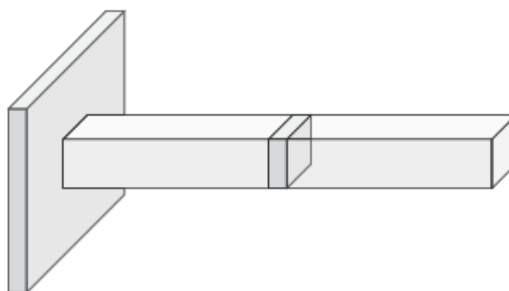


Figura VII-7. Elemento empotrado-libre.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 92 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

En función del esquema de cargas al que esté sometido dicho elemento, aparecerán en el empotramiento, las reacciones necesarias para que éste se encuentre en equilibrio. Internamente, ésta pieza tendrá esfuerzos que transmitan las cargas aplicadas externamente a los vínculos, generando reacciones en el apoyo, para estudiar estos esfuerzos internos se analiza un segmento de la pieza infinitamente pequeño como el resaltado en la Figura VII-8. En las secciones extremas de dicho segmento deberán evidenciarse los esfuerzos internos buscados que deberán generar el equilibrio en éste tramo infinitesimal:

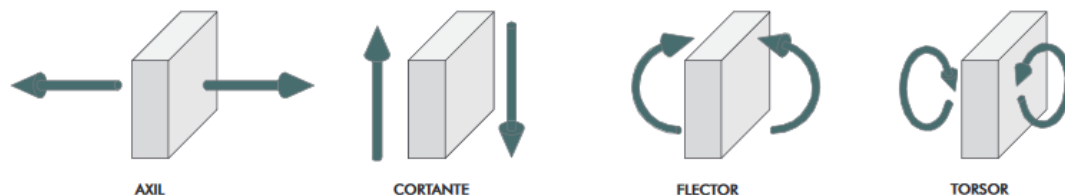


Figura VII-8. Esfuerzos internos de un segmento infinitesimal.

Del programa RAM Advanse se obtuvieron entonces los valores máximos de cada esfuerzo actuante en todos los elementos para cada combinación de carga:

Tabla VII-14. Esfuerzos máximos obtenidos.

Axial	Corte V2	Corte V3	Torsión	M. Flector 22	M. Flector 33
[KN]	[KN]	[KN]	[KN*m]	[KN*m]	[KN*m]
-283.18	-0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
123.18	0.09	0.00	0.00	0.00	0.04
30.15	-1.77	0.00	0.00	0.00	-0.85
30.38	1.77	0.00	0.00	0.00	0.00
13.42	-1.77	0.00	0.00	0.00	-0.85
2.77	1.35	0.00	0.00	0.00	0.64

La convención de signos indica que los esfuerzos son positivos cuando los esfuerzos actúan como lo indican las flechas de la Figura VII-8. Es decir, para los esfuerzos de tracción los valores son positivos y para los esfuerzos de compresión son negativos.

Con las especificaciones de los elementos y las cargas que deben soportar se procede a la verificación de los mismos de acuerdo al reglamento CIRSOC 302 REGLAMENTO ARGENTINO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE TUBOS DE ACERO PARA EDIFICIOS.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



VII.1.3 ELEMENTOS TRACCIONADOS

Analizando primero los esfuerzos de tracción, se emplea el capítulo 3 del reglamento. El mismo establece que la resistencia de diseño ($\phi_t \times P_n$) será el menor valor obtenido entre la fluencia de la sección bruta y la rotura de la sección neta. Para fluencia de la sección bruta:

$$P_n = F_y \times A_g \times 10^{-1} [kN] \quad \text{Ec. 18}$$

Siendo:

- F_y la tensión de fluencia, 248 MPa.
- A_g el área bruta del tubo, 13,72 cm²
- ϕ_t es 0,90 para tubos CHS sin costura como los empleados en este Trabajo Final.

El área bruta será:

$$A_g = \pi \times (r_e^2 - r_i^2) \times 1 \quad \text{Ec. 19}$$

$$A_g = \pi \times (6,985^2 - 6,665^2) \times 1 = 13,72 [cm^2]$$

La resistencia a la fluencia en la sección bruta es entonces:

$$\phi_t \times P_n = 0,90 \times 248 \times 13,72 \times 10^{-1} = 306,23 [kN]$$

Y para la rotura de la sección neta:

$$P_n = F_u \times A_e \times 10^{-1} [kN] \quad \text{Ec. 20}$$

Siendo:

- F_u la tensión de rotura, 350 MPa.
- A_e el área neta del tubo.

Se debe determinar un área neta efectiva A_e para barras traccionadas, que depende de cómo estén anclados los tubos a las uniones articuladas. Para esta unión se eligió una soldadura concéntrica a lo largo de todo el perímetro del tubo, de modo tal que:

$$A_e = A \times U \quad \text{Ec. 21}$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 94 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

Siendo A igual a A_g , el área bruta del tubo para uniones soldadas continuas, y U igual a 1, resulta entonces:

$$A_e = A_g \times 1$$

Por lo tanto:

$$\phi_t \times P_n = 0,90 \times 350 \times 13,72 \times 10^{-1} = 432,18 \text{ [kN]}$$

Al ser la resistencia a la fluencia menor que la resistencia a la rotura, la resistencia de diseño es entonces:

$$\phi_t \times P_n = 306,23 \text{ [kN]}$$

Comparando este valor con el máximo valor de tracción (123,18 kN) de acuerdo a la Tabla VII-14, se verifica la resistencia de la sección a la tracción.

VII.1.4 ELEMENTOS COMPRIMIDOS

Para verificar la sección a la compresión se emplea el capítulo 4 del reglamento.

Los elementos comprimidos pueden fallar antes de que se produzca la falla tensional de la sección debido a un fenómeno denominado pandeo. El pandeo, también llamado inestabilidad elástica, es un fenómeno que puede darse en elementos comprimidos esbeltos, y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión. Dicha situación puede ser local (cuando la chapa del elemento falla localmente) o puede ser seccional, (cuando la chapa del elemento no falla, pero la sección no tiene la estabilidad necesaria para alcanzar la tensión admisible de compresión).

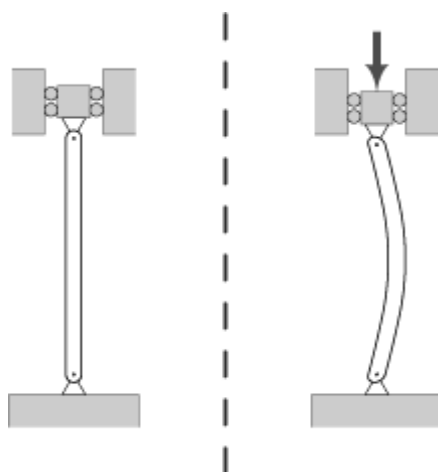


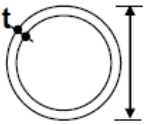
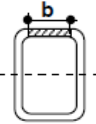
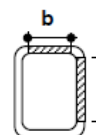
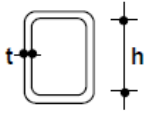
Figura VII-9. Deformación de pandeo en una barra comprimida.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 95 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

1. PANDEO LOCAL

Para verificar que los elementos no fallen debido al pandeo local, se procede a clasificar la sección como lo indica el artículo 2.2 del reglamento CIRSOC 302. Los tubos se clasifican como compactos, no compactos o esbeltos de acuerdo a los límites de la relación de esbeltez λ_p y λ_r . Para obtener dichos límites, se debe emplear la tabla 2.2.1, del reglamento CIRSOC 302, julio 2005, página 1, ilustrada a continuación:

Tabla VII-15. Esbeltez límite para elementos comprimidos. Fuente: CIRSOC 302, julio 2005

Caso	Descripción del elemento	Elemento	Relación de esbeltez	Límites relación de esbeltez		
				λ_{pp}	λ_p	λ_r
1 a	Tubo circular (CHS) en compresión axil		D/t (a)	No aplicable	No aplicable	0,114 (E/F _y)
1 b	Tubo circular (CHS) en flexión		D/t (a)	0,045 (E/F _y)	0,071 (E/F _y)	0,31 (E/F _y)
2 a	Pared de tubo rectangular (RHS) sin costura con compresión uniforme	 en flexión	b/t ó h/t	$0,939 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1,12 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1,40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
2 b	Pared de tubo rectangular (RHS) con costura con compresión uniforme	 en compresión axil	b/t ó h/t	$0,875 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1,05 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1,30 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
3 a	Pared de tubo rectangular (RHS) sin costura como alma en flexión		h/t	$2,00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$2,42 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5,70 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
3 b	Pared de tubo rectangular (RHS) con costura como alma en flexión		h/t	$1,90 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$2,26 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5,30 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$

La sección de los elementos de la estereoestructura se encuadra en los casos 1 a y 1 b de la tabla anterior, tubos circulares CHS. La relación de esbeltez de la pared del tubo λ resulta entonces:

$$\lambda = \frac{D}{t}$$

Ec. 22

Donde:

- D es el diámetro externo del tubo, 13,97 cm.
- t es el espesor de la chapa, 3,2 mm.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 96 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



Reemplazando por las especificaciones del tubo:

$$\lambda = \frac{139,7}{3,2} = 43,66$$

Debe verificarse que esta esbeltez sea menor que:

$$\lambda < 0,45 \frac{E}{F_y} \quad \text{Ec. 23}$$

Siendo:

- E el módulo de elasticidad del acero, 200.000 MPa para el acero F24.
- F_y el límite de fluencia del acero, 248 MPa para el acero F24.

Es decir:

$$\lambda < 0,45 \frac{200.000}{248} = 362,90$$

Por otro lado, en barras comprimidas, la esbeltez de la barra debe ser menor a 200:

$$\frac{k \times L}{r} \leq 200 \quad \text{Ec. 24}$$

Siendo:

- k el factor de longitud efectiva para barras comprimidas, igual a la 0,9 para el presente análisis.
- L la longitud real de la barra no arriostrada, 1,90 m.
- r el radio de giro de la sección, 6,81 cm.

Reemplazando:

$$\frac{k \times L}{r} = \frac{0,90 \times 190}{6,81} = 25,11$$

De esta forma se verifica el pandeo local de los elementos.

2. PANDEO SECCIONAL

Para este fenómeno, el reglamento determina una resistencia de diseño a la compresión, P_d , el cual debe ser mayor que la carga que debe resistir el elemento. La

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 97 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



resistencia de diseño para pandeo flexional de barras axialmente comprimidas se obtiene mediante la fórmula:

$$\phi_c \times P_n \text{ [kN]} \quad \text{Ec. 25}$$

Donde:

- ϕ_c es 0,85 para tubos sin costura.
- P_n es la resistencia nominal a pandeo flexional, igual a:

$$P_n = F_{cr} \times A_g \times 10^{-1} \text{ [kN]} \quad \text{Ec. 26}$$

Siendo:

- F_{cr} la tensión crítica,
- A_g la sección bruta, 13,72 cm²

La tensión crítica F_{cr} se obtiene en función de la esbeltez λ_c y de un factor de reducción por pandeo local Q .

$$F_{cr} = Q \times 0,658^{Q \times \lambda_c^2} \times F_y \quad \text{Ec. 27}$$

La esbeltez λ_c se obtiene a partir de la Ec. 28:

$$\lambda_c = \frac{k \times L}{\pi \times r} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \quad \text{Ec. 28}$$

Reemplazando:

$$\lambda_c = \frac{0,90 \times 190}{\pi \times 6,81} \sqrt{\frac{248}{200.000}} = 0,28$$

Y el factor de reducción por pandeo local Q se obtiene a partir de la relación de esbeltez de la pared del tubo λ y de la esbeltez límite λ_r . Calculando el límite de esbeltez λ_r para tubos comprimidos axialmente:

$$\lambda_r = 0,114 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{Ec. 29}$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 98 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$\lambda_r = 0,114 \times \frac{200.000}{248} = 94,94$$

Si la esbeltez de la pared λ es menor o igual a la esbeltez límite λ_r , se adopta $Q = 1$, de lo contrario debe obtenerse mediante ecuación. Para el presente caso, λ es efectivamente menor que el λ_r límite, por lo tanto, $Q = 1$. Reemplazando en la Ec. 27, la tensión crítica F_{cr} será:

$$F_{cr} = 1 \times 0,658^{1 \times 0,28^2} \times 248 = 239,99 \text{ [MPa]}$$

Con la tensión crítica se puede obtener la resistencia nominal a pandeo flexional de barras axilmente cargadas mediante la Ec. 26:

$$P_n = 239,99 \times 13,72 \times 10^{-1} = 329,27 \text{ [kN]}$$

Y la resistencia de diseño por la Ec. 25:

$$\phi_c \times P_n = 0,85 \times 329,27 = 279,88 \text{ [kN]}$$

Este último valor representa la carga límite que un elemento como el propuesto puede resistir antes del pandeo flexional por carga axial y por lo tanto, no debe ser superado.

3. ELEMENTOS FLEXIONADOS

Una vez verificada la sección a los esfuerzos axiales, se debe verificar a momento flector. Para ello se emplea el capítulo 5 del CIRSOC 302. La resistencia de diseño a flexión será:

$$\phi_b \times M_n \quad \text{Ec. 30}$$

Siendo:

- ϕ_b 0,9 para tubos circulares.
- M_n la resistencia nominal a flexión en kNm.

La resistencia nominal a flexión será el menor valor de:

- Momento de plastificación
- Momento para pandeo lateral-torsional
- Momento para pandeo local

La resistencia nominal para el estado límite de plastificación será:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 99 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

$$M_n = M_p = F_y \times Z \times 10^{-3} \leq 1,5 \times M_y \quad \text{Ec. 31}$$

Donde:

- M_p es el momento plástico, en kNm
- F_y es la tensión de fluencia
- Z es el módulo plástico de la sección transversal con respecto al eje de flexión, en cm^3
- M_y es el momento elástico, momento para el cual se alcanza la tensión de fluencia en la fibra más alejada del eje de la sección. Se obtiene mediante:

$$S \times F_y \times 10^{-3} \quad \text{Ec. 32}$$

- S el momento estático de la sección transversal con respecto al eje de flexión, en cm^3

El momento estático S para la sección de las barras tubulares adoptadas es:

$$S = 45,05 [\text{cm}^3]$$

Entonces M_y será:

$$M_y = 45,05 \times 248 \times 10^{-3} = 11,17 [\text{kNm}]$$

Para el módulo plástico Z se considera toda la sección del elemento plastificada, es decir, con tensión de fluencia F_y . Resulta para esta sección:

$$Z = 59,96 [\text{cm}^3]$$

Por lo tanto, el momento nominal para el estado plastificado será, de la Ec. 31:

$$M_n = M_p = 248 \times 59,96 \times 10^{-3} \leq 1,5 \times 11,17$$

$$M_n = M_p = 14,87 \leq 16,76 [\text{kNm}]$$

Debiendo adoptar el menor valor entre los dos anteriores.

El momento para pandeo lateral-torsional se aplica solamente a elementos de sección rectangular, por lo tanto, no aplica al presente Trabajo Final.

El momento para pandeo local de la chapa, para tubos de sección circular, depende de la esbeltez calculada anteriormente, cuando $\lambda \leq \lambda_p$:

$$\lambda_p = 0,071 \frac{E}{F_y} \quad \text{Ec. 33}$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 100 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$\lambda_{pp} = 0,071 \times \frac{200.000}{248} = 57,26$$

Para el caso de flexión, se adopta el menor momento para el estado plastificado. Por lo tanto, la resistencia de diseño a momento flector es:

$$\phi_b \times M_n = 0,9 \times 14,87 = 13,38 \text{ [kNm]}$$

Siendo esta resistencia muy superior a las solicitaciones de flexión de la estructura metálica.

Verificando ahora a los esfuerzos de cizalla o cortante, la resistencia de diseño al corte es:

$$\phi_v \times V_n \quad \text{Ec. 34}$$

Siendo:

- ϕ_v 0,9 para tubos circulares
- V_n la resistencia nominal a corte en kN.

La resistencia nominal V_n será:

$$V_n = 0,3 \times F_y \times A_g \times 10^{-3} \text{ [kN]} \quad \text{Ec. 35}$$

Cuando:

$$\frac{L}{D} \leq \frac{3,2 \times \left(\frac{E}{F_y}\right)^2}{\left(\frac{D}{t}\right)^{2,5}} \quad \text{Ec. 36}$$

Verificando dicha condición:

$$\frac{190}{13,97} \leq \frac{3,2 \times \left(\frac{200.000}{248}\right)^2}{\left(\frac{13,97}{0,32}\right)^{2,5}}$$

$$13,60 \leq \frac{2.081.165,45}{12.592,62}$$

$$13,60 \leq 165,27$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 101 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Por lo tanto:

$$V_n = 0,3 \times 248 \times 13,97 \times 10^{-1}$$

$$V_n = 103,94 [kN]$$

Y finalmente, la resistencia de diseño al corte será:

$$\phi_v \times V_n = 0,9 \times 103,94 = 93,54 [kN]$$

Puede verse que la resistencia al corte es mayor que los esfuerzos de corte máximos (Tabla VII-14) presentes en la estructura, Verificando todos los esfuerzos presentes en los elementos de la estereoestructura.

Toda estructura en arco como la cubierta metálica del polideportivo genera una componente horizontal que debe ser resistida por los elementos que sostienen el arco. Un arco es un elemento constructivo de directriz curvada o poligonal, que salva el espacio abierto entre dos pilares o muros transmitiendo toda la carga que soporta a los apoyos mediante una fuerza oblicua:

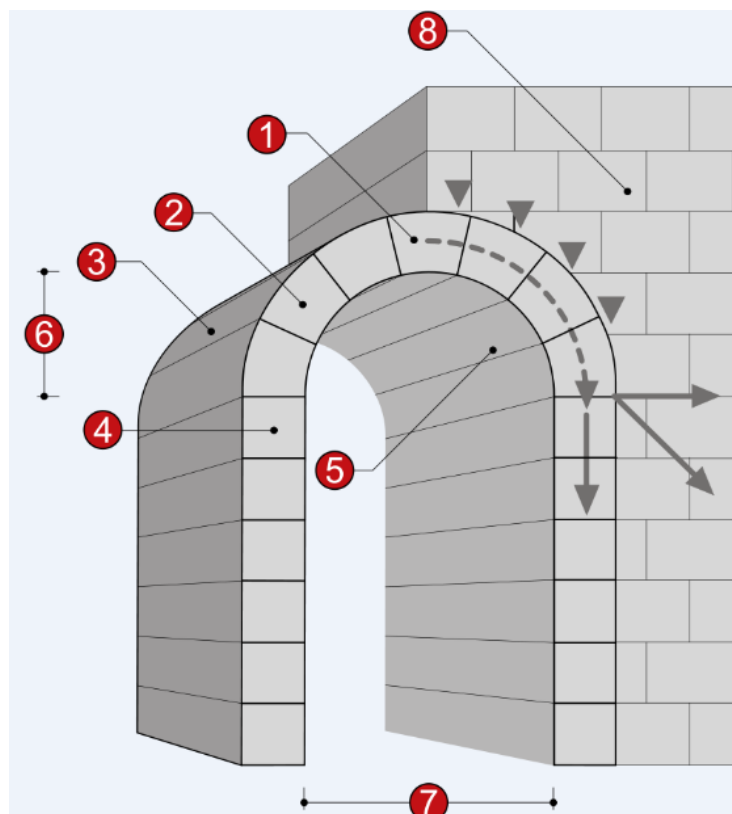


Figura VII-10. Elementos y fuerzas de un arco.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Los elementos de un arco (Figura VII-10) son:

1. Clave: dovela central de un arco.
2. Dovelas: son las piezas que componen el arco (para el presente anteproyecto, las dovelas serían las barras de acero previamente calculadas).
3. Trasdós: superficie exterior de un arco o de una bóveda.
4. Imposta: es una moldura o saledizo sobre la cual se asienta un arco o una bóveda.
5. Intradós: superficie curva interior de un arco o de una bóveda por su cara cóncava.
6. Flecha: altura del arco que se mide desde la línea en que arranca hasta la clave.
7. Luz o vano: anchura de un arco. En algunas ocasiones se denomina también intercolumnio.
8. Contrafuerte: también llamado estribo, es un engrosamiento puntual en el lienzo de un muro, normalmente hacia el exterior, usado para transmitir las cargas transversales a la cimentación.

Sobre el contrafuerte de la Figura VII-10 pueden verse tres flechas representando las direcciones y sentidos de las fuerzas que transmite el arco a los demás elementos. La fuerza vertical y horizontal no son más que las proyecciones en ejes cartesianos de la fuerza oblicua, la resultante real del arco. Gracias al modelado de la estructura metálica del polideportivo en el programa RAM Advanse, pudieron obtenerse las componentes verticales y horizontales de cada apoyo de la cubierta, permitiendo un análisis del anteproyecto más minucioso.

Para soportar dichas componentes horizontales de la cubierta metálica del polideportivo se plantean dos opciones:

- Agregar un tensor en cada apoyo de la cubierta metálica (es decir, cada 1,90 m) que anule las componentes horizontales del arco, transmitiendo solo fuerzas verticales a los tabiques.
- Agregar tabiques (o contrafuertes) en el plano de las componentes horizontales que dichas componentes y las transmitan a las fundaciones.

El empleo de un tensor de casi 80 m de longitud requiere de otros cables suspensorios, para eliminar la catenaria excesiva que produciría esfuerzos secundarios elevados por el peso propio del cable:

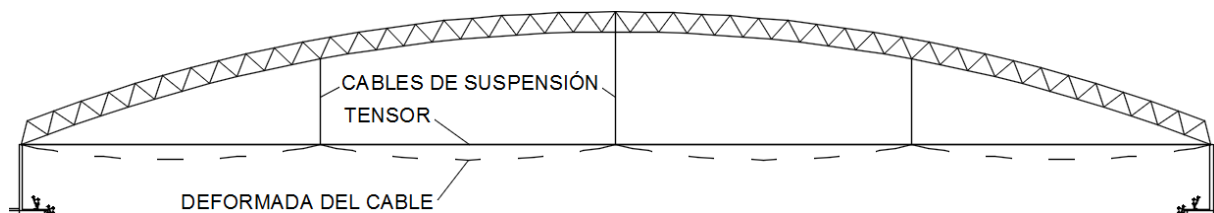


Figura VII-11. Esquema de tensor.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 103 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

Además, requeriría un proceso de pretensado para que el cordón entre en carga sin permitir deformaciones laterales exageradas en los tabiques hasta que pueda resistir la componente horizontal.

Por otro lado, el empleo de tabiques de hormigón en cada apoyo de la estructura metálica generará momentos flectores en las fundaciones de la estructura de hormigón, debido a la gran altura a la que se aplican los esfuerzos horizontales del arco:

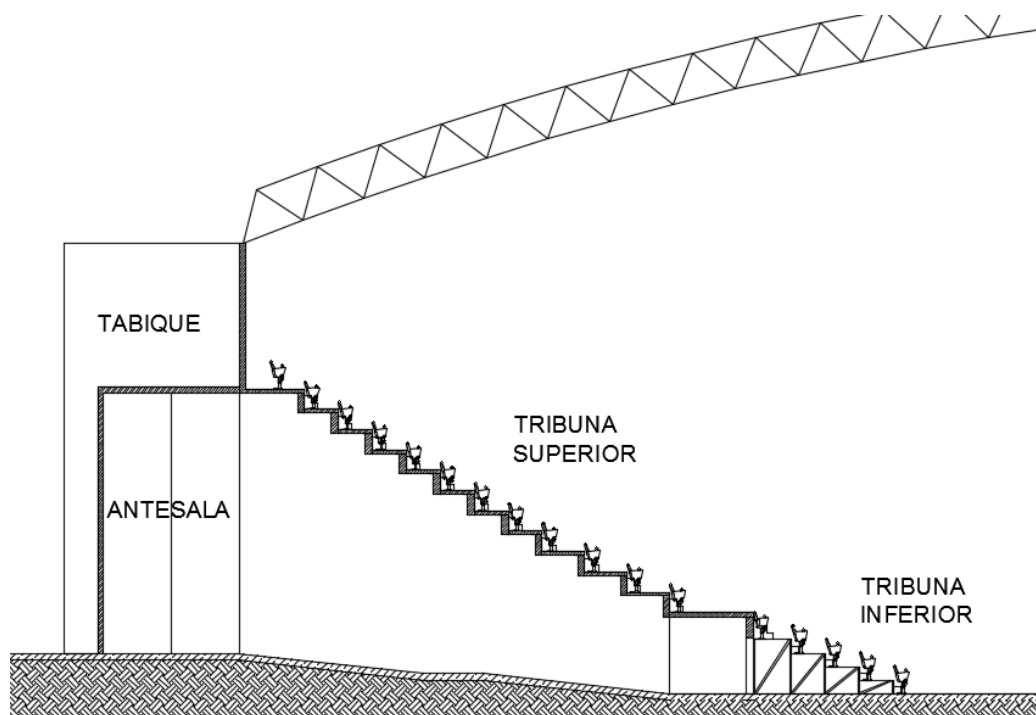


Figura VII-12. Esquema de tabiques de hormigón.

La segunda solución es arquitectónicamente preferible, ya que dota a la fachada exterior de tabiques similares a los presentes en la anteriormente mencionada biblioteca Jean Sonet Sj (Figura V-3) y deja la estereoestructura a la vista desde el interior del polideportivo, libre de obstáculos ofreciendo un ambiente moderno, ideal para desarrollar eventos de gran categoría.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 104 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

VII.2 ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

El hormigón es una mezcla homogénea compuesta por una pasta de cemento y agua, con agregados gruesos y finos, que en estado fresco tiene cohesión y trabajabilidad y luego, por el fraguado y el endurecimiento de la pasta cementicia, adquiere resistencia. Además de estos componentes básicos, también puede contener aditivos químicos y/o adiciones minerales pulverulentas. Dichos aditivos químicos tienen distintos usos, tales como aumentar la velocidad de fragüe del hormigón fresco, aumentar la resistencia final del hormigón, e incrementar la fluidez en estado fresco para que pueda ser bombeado.

El hormigón armado está compuesto por hormigón con armadura de acero sin tensión previa. Dicha armadura puede ser un conjunto de barras, alambres, mallas soldadas o cables de acero, que se incorporan a la masa del hormigón con el objeto de resistir de forma conjunta con este, los esfuerzos internos calculados. Para elementos fabricados in-situ lo regular es emplear armadura conformada, es decir, barras, alambres, o mallas soldadas de acero, cuya superficie presenta salientes con el fin de mejorar su adherencia con el hormigón.



Figura VII-13. Barra de acero conformado.

El hormigón presenta una elevada resistencia a los esfuerzos de compresión y una baja resistencia a los esfuerzos de tracción, es por esto principalmente que para los esfuerzos de tracción se emplea armadura de acero, material que es más costoso que el hormigón, y también mucho más resistente. Estos dos materiales pueden ser combinados gracias a que existe una buena adherencia entre ambos, poseen coeficientes de dilatación térmica similares, y el hormigón provee protección física (dado que lo recubre) y química (por el carácter alcalino que posee el hormigón) al acero. Por su parte, el acero absorbe los esfuerzos de tracción y limita la fisuración del hormigón.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 105 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



Ventajas de emplear hormigón armado:

- Permite realizar cuerpos de construcción de gran magnitud sin solución de continuidad.
- Se pueden elaborar piezas de cualquier sección dada la facilidad que se tiene para llenar los encofrados.
- Es económico.
- Es un material durable si se lo utiliza con los cuidados adecuados.

La estructura de hormigón armado planteada para el polideportivo está formada por tabiques, vigas y columnas, y debe soportar y transmitir las cargas de las tribunas y de la estereoestructura a las fundaciones. Es por ello que esta etapa debe ser posterior al cálculo de la estructura metálica.

Se plantearon tribunas de hormigón para la parte superior de las plateas, y tribunas metálicas para la parte inferior, de esta manera, se le confiere flexibilidad a la pista deportiva, ya que las tribunas metálicas pueden armarse y desarmarse según las necesidades del evento a desarrollar.

El cálculo tanto de las tribunas de hormigón como de los tabiques y todo otro elemento de hormigón debe respetar los reglamentos CIRSOC 101 y 201. El CIRSOC 101 es el ya conocido reglamento referido a las cargas y sobrecargas de diseño, y el CIRSOC 201 es el referido a verificaciones de elementos compuestos por hormigón armado. Las combinaciones de carga aplicadas a la estructura metálica se deben aplicar también a esta estructura:

- $1,4 (D + F)$
- $1,2 (D + F + T) + 1,6 (L + H) + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R)$
- $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (f_1 L \text{ ó } 0,8 W)$
- $1,2 D + 1,6 W + f_1 L + (f_1 L_r \text{ ó } 0,5 S \text{ ó } 0,5 R)$
- $1,2 D + 1,0 E + f_1 (L + L_r) + f_2 S$
- $0,9 D + (1,6 W \text{ ó } 1,0 E) + 1,6 H$

VII.2.1 ESQUEMA ESTRUCTURAL

La planta estructural planteada se muestra a continuación, donde los tabiques están representados con líneas continuas, y los ejes de las vigas están representados con líneas de trazos.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 106 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

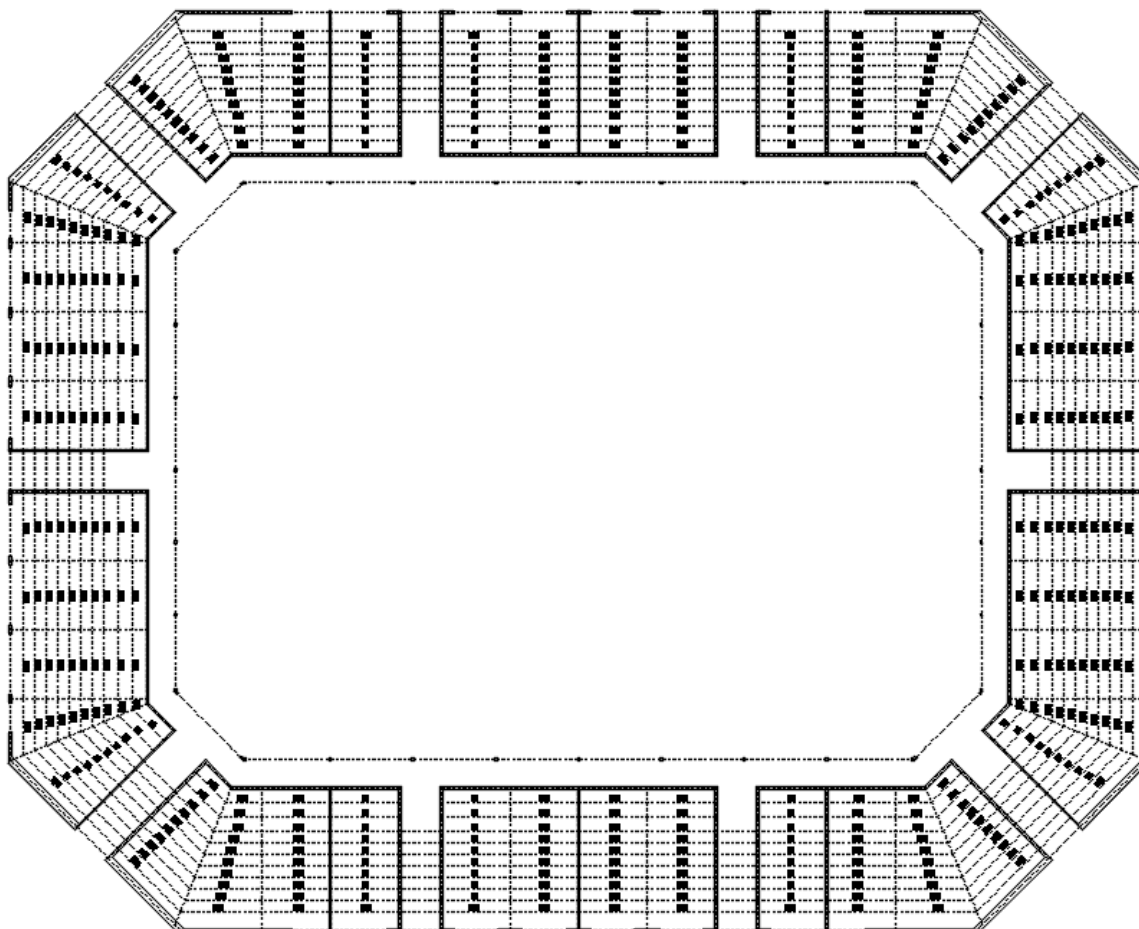


Figura VII-14. Planta estructural general.

Para reducir el efecto sísmico, se dividió la estructura en bloques mediante el uso de juntas sísmicas. Esto permite que cada bloque oscile de una forma particular y genere su propia respuesta frente a la actividad sísmica, ya que, si toda la estructura estuviera unida rígidamente, toda la estructura oscilaría en conjunto, generando tensiones innecesarias además de lo complejo que resultaría garantizar tal rigidez. Los 3 bloques obtenidos son los siguientes:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 107 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

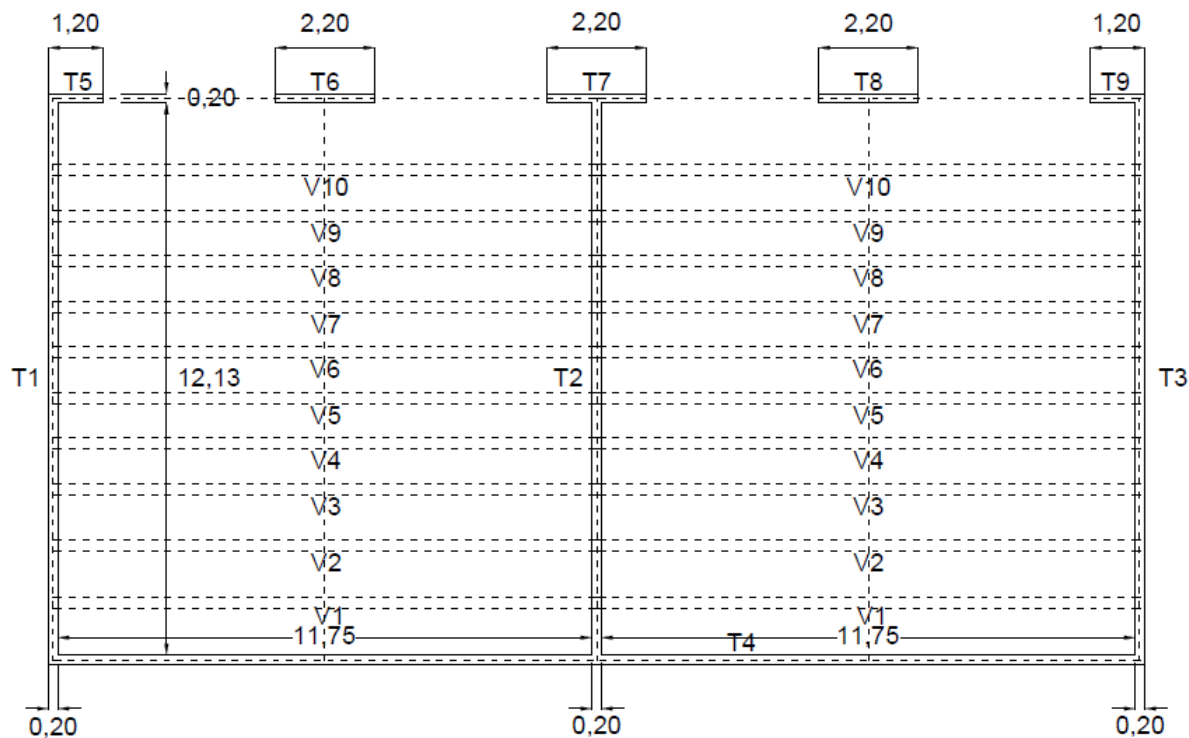


Figura VII-15. Bloque de tribunas 1.

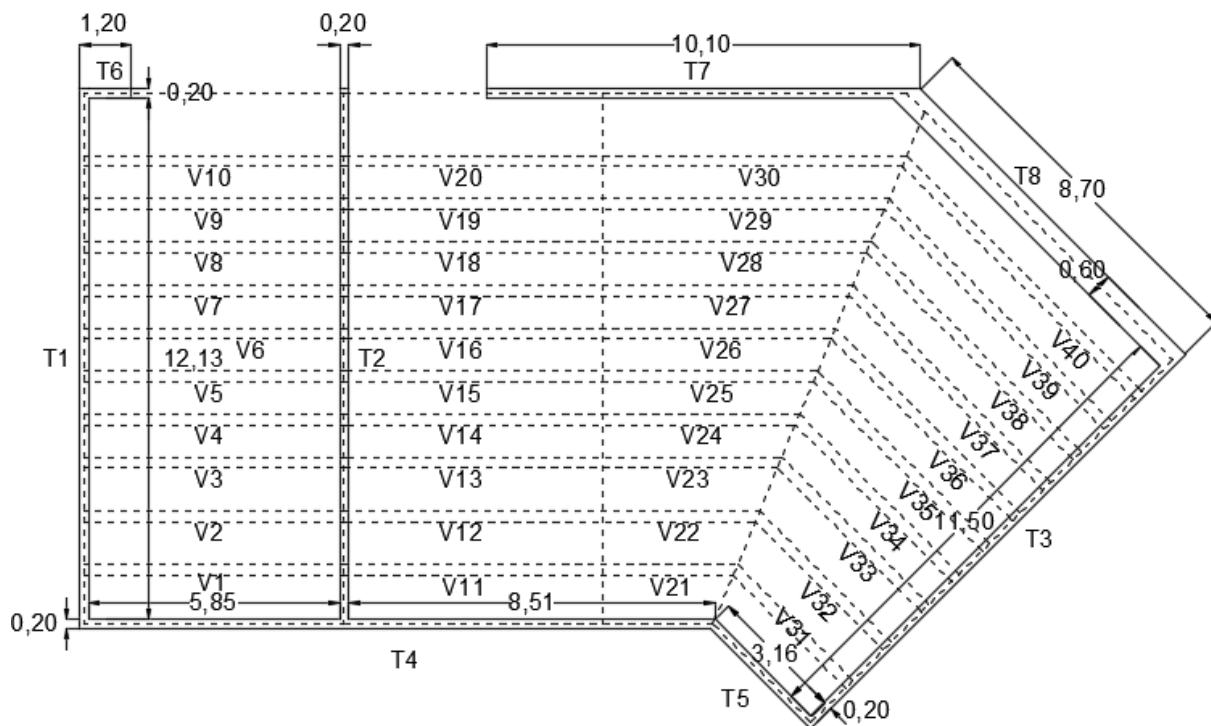


Figura VII-16. Bloque de tribunas 2.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 108 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

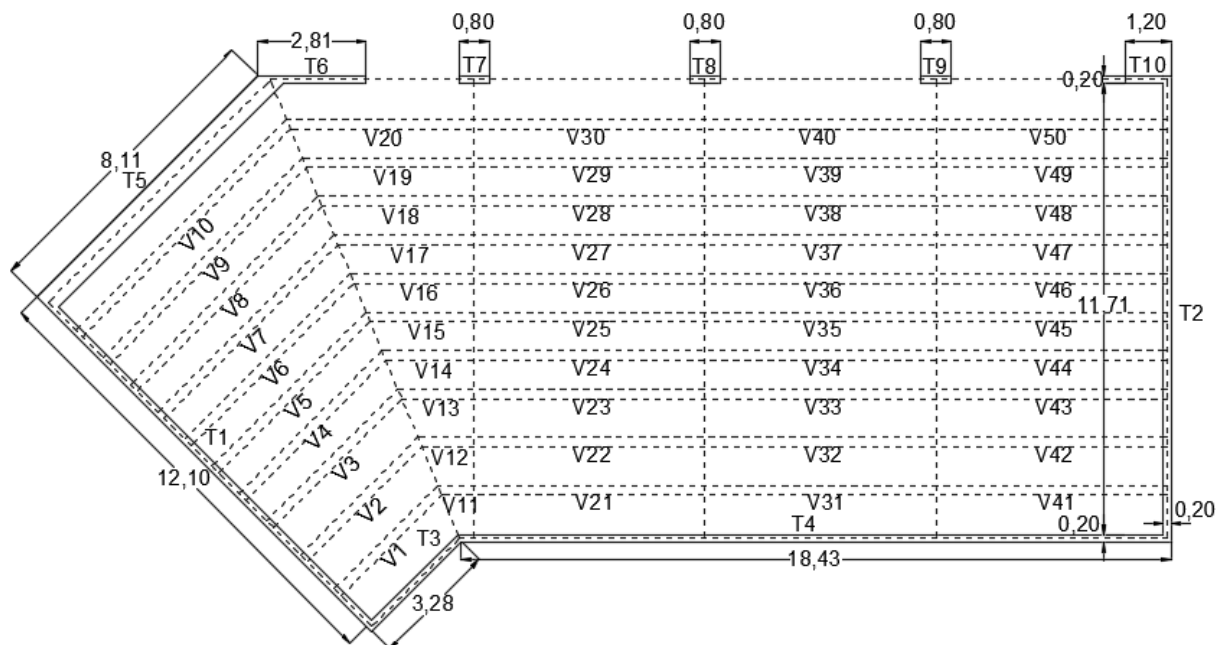


Figura VII-17. Bloque de tribunas 3.

El cálculo de cada bloque comienza en las losas de hormigón armado, las cuales deben soportar su peso propio y la sobrecarga de uso que se le aplica a dicha losa.

VII.2.2 LOSAS

Las losas son elementos estructurales planos cuyo espesor es pequeño comparado con sus otras dimensiones, tienen como función estructural el soporte directo de las cargas que actúan sobre ellos y la transmisión de las mismas hacia otros elementos estructurales como vigas, columnas y tabiques. El tipo de carga más común que deben soportar las losas son las cargas verticales, provenientes de su peso propio y de elementos que forman parte de los entrepisos como cargas permanentes y sobrecargas de uso como el peso de muebles y personas entre otros. En zonas de actividad sísmica, las losas de hormigón armado tienen una importante misión en cuanto se refiere a la transmisión de acciones inerciales que se generan durante la ocurrencia de movimientos sísmicos. En estos casos, las fuertes aceleraciones que se inducen en un edificio debido a los movimientos de su base, generan fuerzas inerciales, tanto horizontales como verticales, que los entrepisos deben absorber y ser capaces de transmitir a los elementos con suficiente rigidez y resistencia lateral.

Las losas pueden clasificarse, en función de sus apoyos, en dos categorías:

- Losas apoyadas en vigas: las cargas son transmitidas a vigas perimetrales del panel de losa. En función de la relación entre las dimensiones principales de la losa, se pueden armar en una o dos direcciones.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 109 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

- Losas sin vigas: las cargas que soportan son transmitidas a columnas o tabiques, y se distinguen también dos casos, donde la columna puede tener o no capitel.

Por otro lado, las losas pueden clasificarse en función del método constructivo y de los materiales:

- Losas macizas o sólidas: son aquellas que están constituidas por hormigón con la adecuada cantidad de armadura, generalmente dispuesta en dos direcciones perpendiculares, y que deben tomar los esfuerzos de tracción generados por los momentos flectores, torsores y de corte.
- Losas nervuradas: están constituidas por nervios de hormigón armado en forma de sección T y separados equidistantes entre sí.
- Losas alivianadas con elementos prefabricados: están constituidas por viguetas prefabricadas que sirven de apoyo para ladrillos cerámicos especialmente diseñados para tal fin.

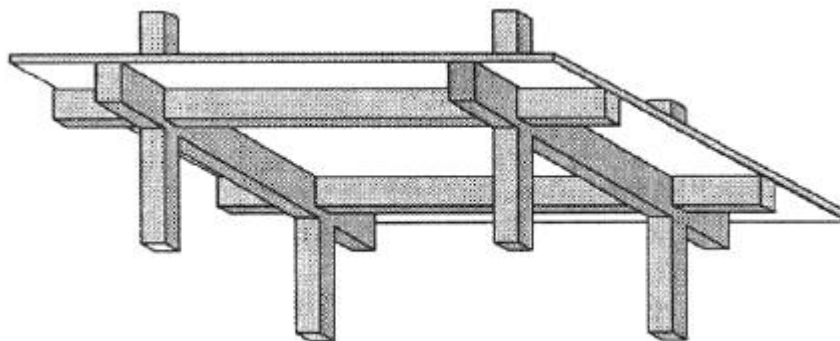


Figura VII-18. Losa maciza sobre vigas.

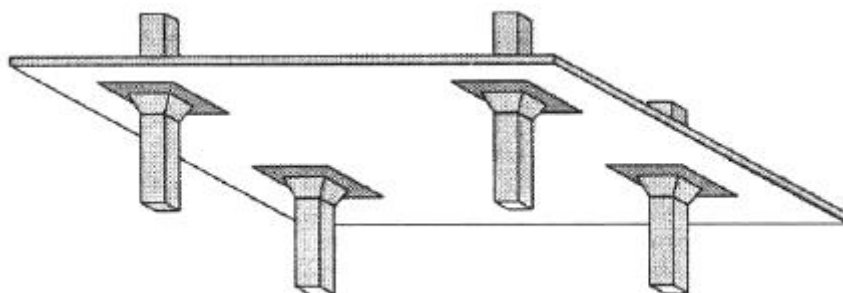
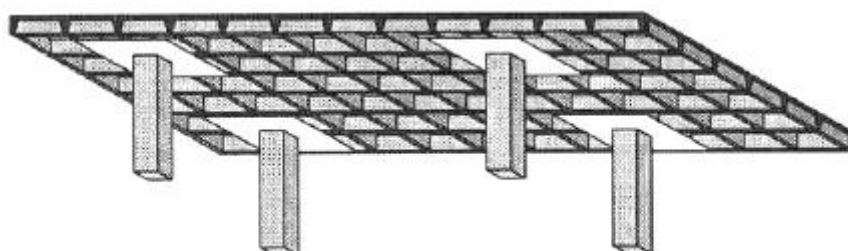


Figura VII-19. Losa maciza sobre columnas con capitel.



Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 110 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

Figura VII-20. Losa nervurada sobre columnas.

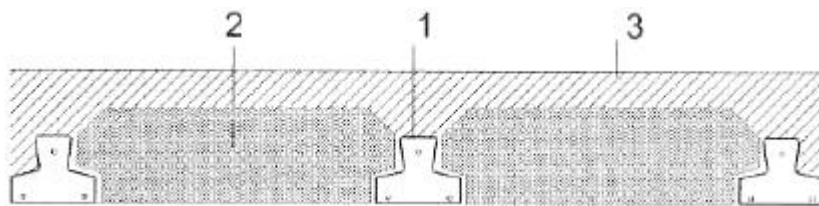


Figura VII-21. (1) viguetas prefabricadas. (2) ladrillos cerámicos. (3) capa de compresión.

Las filas de las tribunas y el pasillo principal de la sala estarán formadas por losas de hormigón armado apoyadas en vigas y tabiques.

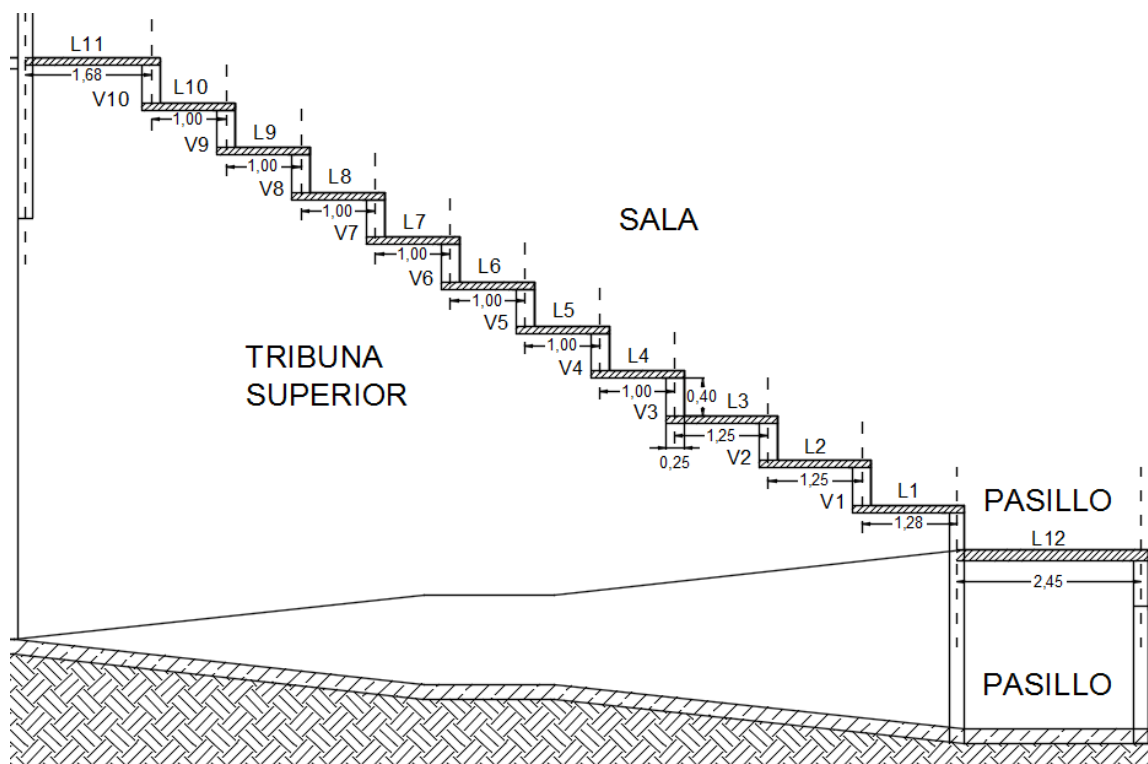


Figura VII-22. Losas de tribuna superior y pasillo central.

Puede verse en la Figura VII-22 que el ancho de las losas se mide entre ejes de apoyo, dado que el tipo de construcción es no monolítica. El alto h de las losas se puede obtener aplicando fórmulas de pre dimensionado en función de la luz menor, las direcciones de armado y de los apoyos. Éstas fórmulas de pre dimensionado son variables según la nomenclatura escogida, para el presente caso se resuelve la altura $h = \frac{L_{menor}}{20}$, se adopta igual a 10,00 cm para las losas de las tribunas mientras que, para la losa del pasillo, h se adopta igual a 15,00 cm.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 111 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO				
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

Las cargas que actúan sobre las placas planas serán la sobrecarga de uso y el peso propio y dado que ambas acciones son gravitatorias y actúan distribuidas en la superficie del elemento, generarán sobre las losas esfuerzos de flexión y corte. Las placas planas armadas en una sola dirección simplemente apoyadas pueden ser calculadas como vigas simplemente apoyadas de ancho b unitario y alto h igual al de la losa, siendo la longitud L de la viga, la luz libre en la dirección de la armadura principal. Por lo tanto, las armaduras a flexión y corte de las losas serán calculadas en el apartado siguiente, donde se analiza el método de cálculo de las armaduras de una viga.

El peso propio será igual a la densidad del hormigón armado (25 kN/m^3 según lo establecido por el CIRSOC 101) multiplicado por el ancho unitario b y por el espesor h de la losa, de esta forma se obtiene una carga distribuida en el plano de las armaduras principales. Para las losas de la tribuna q_D será $2,5 \text{ kN/m}$ y para la losa del pasillo será $3,75 \text{ kN/m}$.

La sobrecarga de uso es una carga distribuida que se aplica sobre la superficie de la placa plana, su valor surge de la Tabla 4.1 del CIRSOC 101, es igual a 3 kN/m^2 para las losas de las tribunas y corresponde a estrados con asientos fijos. Para la losa del pasillo, la sobrecarga también está determinada en la Tabla 4.1 del reglamento, ésta será 5 kN/m^2 y corresponde a corredores en planta baja. Para obtener la carga distribuida q_L en la dirección de las armaduras, se debe multiplicar la sobrecarga por el ancho unitario b . De ésta forma, las tribunas tendrán una carga q_L igual a 3 kN/m y el pasillo una carga de 5 kN/m .

Los valores obtenidos se deben utilizar en las mismas combinaciones de carga aplicadas a la estructura metálica. Las combinaciones de carga arrojarán una carga crítica con la cual se deben dimensionar las armaduras.

El artículo 7.12 del reglamento CIRSOC 201 establece que las losas estructurales armadas en una sola dirección deben contar con armadura en la dirección perpendicular a la principal, para resistir los esfuerzos debidos a la contracción y temperatura. La sección de acero mínima, A_{smin} , según la tabla 7.12.2.1 del reglamento CIRSOC 201 es:

$$A_{smin} = \rho \times b \times h$$

Ec. 37

Siendo:

- ρ la cuantía de acero mínima, $0,0018$ para este caso.
- b el ancho de la losa, unitario en este caso
- h el alto de la losa.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 112 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Reemplazando con los valores disponibles:

$$A_{smin} = 0,0018 \times 100 \times 10 = 1,80 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Se debe notar que la armadura obtenida A_{smin} está dada para un metro de ancho, es decir que cada metro de ancho de la losa deberá tener 1,80 cm² de acero.

La separación máxima s entre las barras de la armadura de contracción y temperatura debe ser:

$$s \begin{cases} \leq 3 \text{ veces el espesor } h \text{ de la losa} \\ \leq 300 \text{ mm} \end{cases}$$

Se adopta entonces $s = 300 \text{ [mm]}$.

VII.2.3 VIGAS

Las vigas son elementos estructurales lineales que trabajan principalmente a flexión. Tales esfuerzos de flexión generan tensiones de tracción y compresión en la sección de las vigas que deben ser soportados por el hormigón y el acero que las componen. El hormigón, como se explicó anteriormente, se destina a los esfuerzos de compresión y el acero a los esfuerzos de tracción.

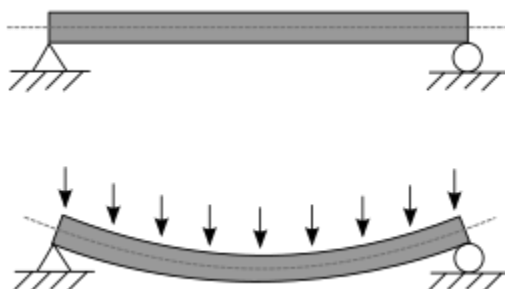


Figura VII-23. Deformación de una viga simplemente apoyada flexionada.

El primer gráfico de la Figura VII-23 esquematiza la sección rectangular de una viga como las empleadas para las tribunas. El segundo gráfico ilustra las deformaciones que va a sufrir el elemento sometido a momento flector positivo, el hormigón ubicado en la parte superior de la sección se verá comprimido y el acero de la parte inferior se verá traccionado, generando un momento flector interno que equilibra la carga externa. El gráfico modela de forma aproximada el comportamiento tensional de los elementos de la pieza, la curva de trazos de la parte superior indica las tensiones de compresión real en el hormigón, simplificando dicha curva en un rectángulo del 85% de la resistencia característica del hormigón de alto ($0,85 \times f'_c$) y de largo $a = \beta_1 \times c$. La tracción en el acero T se supone concentrada en el centro de

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 113 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

gravidad de dichas barras, siendo ésta igual al área de la sección transversal de acero A_s multiplicado por su tensión de fluencia f_y .

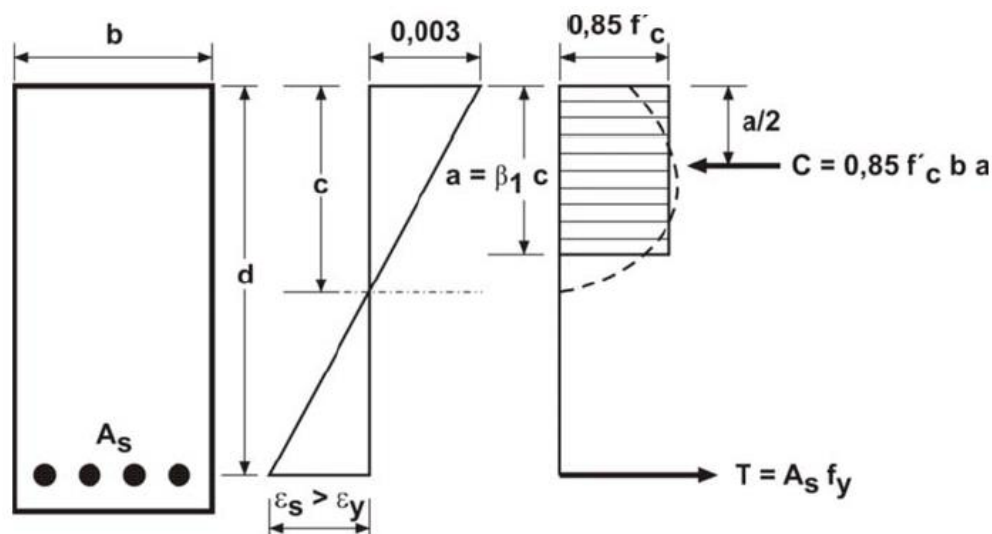


Figura VII-24. Esfuerzos internos de una sección flexionada.

Una viga sometida a flexión simple falla de tres maneras posibles:

- Falla a tensión: si el contenido de acero de la sección es bajo o insuficiente, el acero alcanza la tensión f_y antes que el concreto alcance su capacidad máxima de compresión. La fuerza de tracción en el acero $A_s \times f_y$ permanece constante a mayores cargas. Una ligera carga adicional ocasiona una elongación excesiva del acero, lo que produce un agrietamiento en el elemento. La distribución del esfuerzo de compresión en el concreto deja de ser lineal, lo que produce un aumento en el esfuerzo medio del bloque de esfuerzos de compresión, y una reducción en la profundidad del eje neutro, puesto que se debe mantener el equilibrio de las fuerzas internas. Dicha reducción en la profundidad del eje neutro provoca un ligero aumento en el brazo de palanca, y por lo tanto un aumento de resistencia, hasta que se alcanza una deformación en la fibra más comprimida del hormigón del 0,003% aproximadamente. En ese momento, la resistencia a flexión de la sección comienza a disminuir por aplastamiento del hormigón en su bloque comprimido.
- Falla a compresión: si el contenido de acero es grande, el hormigón puede alcanzar su capacidad máxima antes de que el acero sufra deformaciones excesivas. En tal caso, se aumenta considerablemente la profundidad del eje neutro, lo que provoca un incremento de tensión en el bloque comprimido, pero una reducción en el brazo de palanca. Nuevamente se alcanza la resistencia a flexión cuando la deformación de la

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 114 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

fibra más comprimida es cercana al 0,003%. Luego, la sección falla repentinamente en forma frágil, casi sin advertencia previa.

- Falla balanceada: para una cuantía específica de acero, éste alcanza la resistencia f_y a la vez que el hormigón alcanza la deformación 0,003%.

El siguiente gráfico compara las 3 situaciones descritas para mayor claridad:

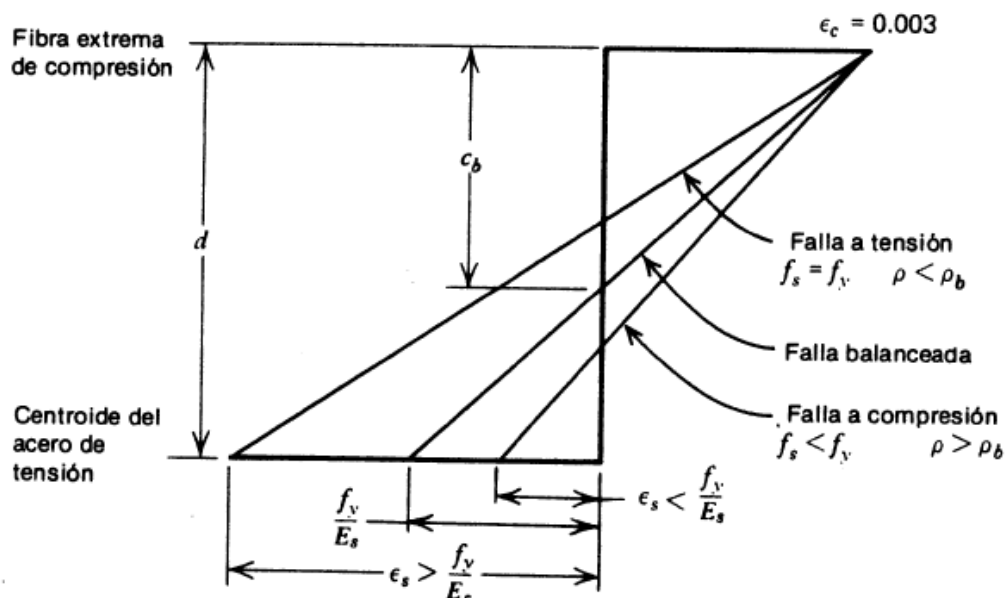


Figura VII-25. Comparativa entre contenidos de acero de una sección flexionada.

Las vigas de hormigón armado para las tribunas del polideportivo son de sección rectangular, de 25,00 cm de ancho (b) por 40,00 cm de alto (h):

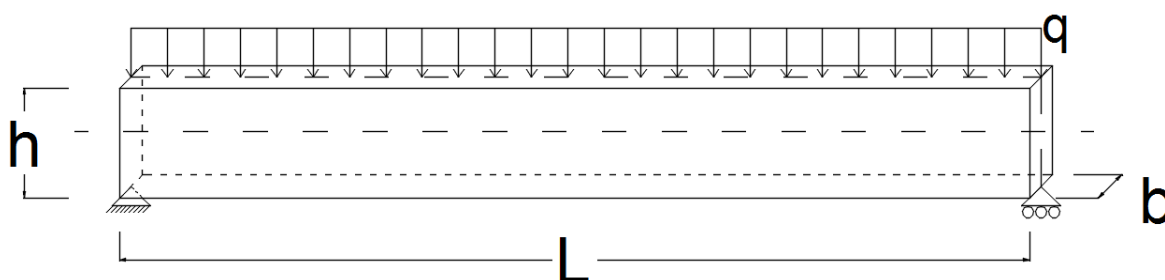


Figura VII-26. Diagrama de carga de vigas simplemente apoyadas.

La longitud L es la distancia libre entre apoyos denominada luz libre. Dichas vigas reciben la carga de las filas de asientos mediante losas de hormigón de 10,00 cm de espesor considerando que la carga distribuida q se aplica en el plano medio del elemento para eliminar los esfuerzos secundarios de torsión que podrían originarse.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 115 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

La carga distribuida q a lo largo de la viga en la Figura VII-26 representa la carga crítica obtenida mediante las combinaciones de cargas. Los apoyos se suponen de segundo y primer grado respectivamente de izquierda a derecha, de modo tal que se diseñan como vigas simplemente apoyadas isostáticas.

El cálculo de las vigas consiste en obtener la sección de acero necesaria para resistir los esfuerzos de flexión, de corte y las armaduras mínimas dispuestas por el reglamento.

A continuación, se desarrolla el procedimiento completo para la viga V3 del bloque sísmico 1. Los datos geométricos de la viga se extraen del esquema estructural explicado anteriormente, la luz libre entre apoyos L es 5,98 m:

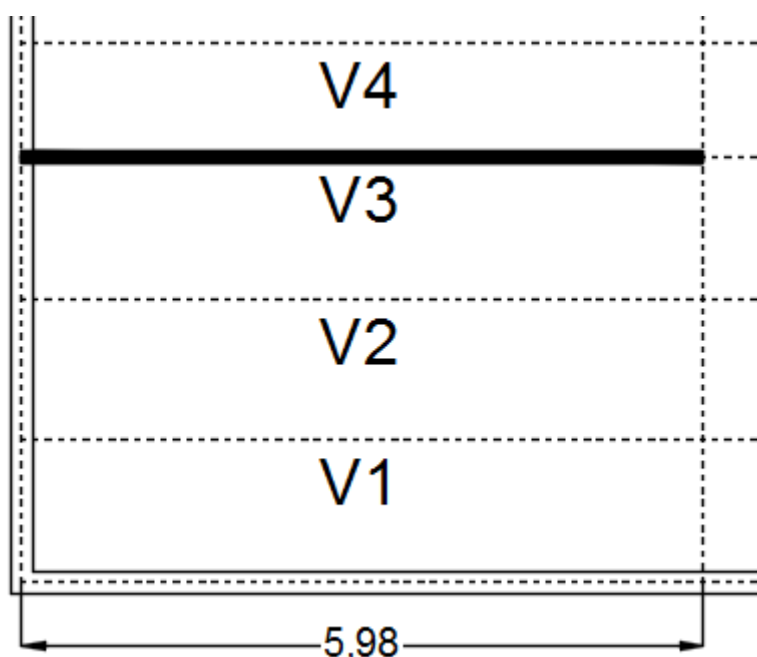


Figura VII-27. Viga V3 del bloque 1.

Acorde a las dimensiones de la viga, la sección es $A_V = 1000 \text{ [cm}^2\text{]}$. Con la sección de la viga se puede obtener la carga por metro debida a su peso, resultando $q_{DV} = 2,50 \text{ kN/m}$, adoptando la densidad del hormigón armado igual a 25 kN/m^3 . Debe tenerse en cuenta ahora, el peso de las losas que apoyan sobre la viga V3:

Puede suponerse que la viga V3 soporta la mitad del peso de la losa superior L4 y la mitad del peso de la losa inferior L3 (ver Figura VII-22), por lo tanto, q_{DL} se obtiene multiplicando la media sección de cada losa ($0,05 \text{ m}^2$ y $0,0625 \text{ m}^2$) por la densidad del hormigón armado (25 kN/m^3). Resultando entonces $q_{DL} = 2,81 \text{ [} \frac{\text{kN}}{\text{m}} \text{]}$. Sumando ambas cargas debidas al peso de los

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 116 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



materiales resulta $q_D = 5,31 \left[\frac{kN}{m} \right]$. La carga distribuida debida a la sobrecarga q_L se obtiene multiplicando la mitad del ancho de cada losa por el valor de la sobrecarga fijado por el CIRSOC 101 (3 kN/m^2), siendo entonces $q_D = 3,38 \left[\frac{kN}{m} \right]$.

Aplicando las combinaciones de carga con las cargas q_D y q_L obtenidas anteriormente:

$$\bullet \quad 1,4 \times q_D = 7,43 \left[\frac{kN}{m} \right] \quad \text{Ec. 38}$$

$$\bullet \quad 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L = 11,78 \left[\frac{kN}{m} \right] \quad \text{Ec. 39}$$

La segunda combinación de carga determina una carga crítica mayor, por lo tanto, debe dimensionarse el elemento con dicha ecuación.

El momento flector último M_u se obtiene a partir de la carga crítica q y de las condiciones de vínculo de las vigas. Para vigas simplemente apoyadas, el momento máximo se encuentra en el centro de la luz y vale:

$$M_u = \frac{q \times l^2}{8} \quad \text{Ec. 40}$$

Reemplazando con los valores para la viga V3:

$$M_u = \frac{11,78 \times 5,98^2}{8} = 52,66 \text{ [kNm]}$$

La armadura a tracción que se deberá disponer para resistir el momento flector último obtenido previamente, se determina según la ecuación:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = 0,85 \times f'_c \times b \times a \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad \text{Ec. 41}$$

Donde:

- M_n es el momento nominal que la sección debe soportar.
- M_u es el momento último obtenido según las solicitaciones que recibirá el elemento.
- ϕ es un coeficiente de mayoración de cargas, igual a 0,90 cuando se trata de solicitaciones de flexión.
- f'_c es la resistencia a compresión del hormigón empleado.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 117 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- b es el ancho de la viga.
- a es el alto del bloque de compresión acorde a la Figura VII-24.
- d es la distancia que hay entre la fibra superior y el centro de gravedad de las barras de acero, es decir, la altura h de la viga menos el recubrimiento mecánico r adoptado igual a 5,00 cm.

La Ec. 41 es el producto entre la resultante del bloque de compresión C y el brazo de palanca j_d :

$$C = 0,85 \times f'_c \times b \times a \quad \text{Ec. 42}$$

$$j_d = d - \frac{a}{2} \quad \text{Ec. 43}$$

Donde el brazo de palanca j_d es la separación que existe entre la resultante del bloque comprimido C y la resultante de la tracción en la armadura T .

Para resolver la Ec. 41, es necesario fijar deformaciones unitarias para las fibras comprimidas y para las barras de acero para obtener una profundidad del eje neutro c (ver Figura VII-24), o bien establecer una relación entre la profundidad c del eje neutro y el brazo de palanca j_d ya que el contenido de acero de la sección modifica dicha profundidad del eje neutro teniendo dos variables a definir. Llamando k_a la relación entre a y d :

$$k_a = \frac{a}{d} \quad \text{Ec. 44}$$

Despejando el valor de a de la Ec. 44 y reemplazando en la Ec. 41:

$$M_n = 0,85 \times f'_c \times b \times k_a \times d \times \left(d - \frac{k_a \times d}{2}\right) \quad \text{Ec. 45}$$

$$M_n = 0,85 \times f'_c \times b \times k_a \times d^2 \times \left(1 - \frac{k_a}{2}\right) \quad \text{Ec. 46}$$

$$\frac{M_n}{0,85 \times f'_c \times b \times d^2} = k_a \times \left(1 - \frac{k_a}{2}\right) \quad \text{Ec. 47}$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 118 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$\frac{M_n}{0,85 \times f'_c \times b \times d^2} = k_a - \frac{k_a^2}{2} \quad \text{Ec. 48}$$

Si se denomina m_n a:

$$m_n = \frac{M_n}{0,85 \times f'_c \times b \times d^2} \quad \text{Ec. 49}$$

Se tiene:

$$m_n = k_a - \frac{k_a^2}{2} \quad \text{Ec. 50}$$

$$0 = \frac{k_a^2}{2} - k_a + m_n \quad \text{Ec. 51}$$

Resolviendo la Ec. 51 con Baskara (por tratarse de una ecuación cuadrática) resulta:

$$k_a = 1 - \sqrt{1 - 2 \times m_n} \quad \text{Ec. 52}$$

Sólo se consideró la menor de las raíces de la ecuación, ya que un k_a mayor generaría mayores secciones de acero, cuando en realidad el k_a menor es suficiente y más económico. Si se emplea hormigón elaborado denominado H-30, f'_c es igual a 30 MPa.

Reemplazando valores en unidades compatibles resulta:

$$M_n = \frac{52,66}{0,90} = 58,51 \text{ [kNm]}$$
$$m_n = \frac{58507,99}{0,85 \times 30.000.000 \times 0,25 \times 0,35^2} = 0,0749$$

Por lo tanto:

$$k_a = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,0749} = 0,078$$

Para obtener la armadura a partir del coeficiente k_a :

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 119 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

$$A_s = 0,85 \times f'_c \times b \times k_a \times \frac{d}{f_y} \quad \text{Ec. 53}$$

Entonces:

$$A_s = 0,85 \times 30.000.000 \times 0,25 \times 0,078 \times \frac{0,35}{420.000.000} \times 100^2 = 4,14 [cm^2]$$

El término 100^2 se utiliza para que el resultado de la armadura tenga unidades de cm^2 . Una vez obtenida la armadura requerida a tracción, debe calcularse la armadura mínima y máxima.

El capítulo 10 del reglamento CIRSOC 201 determina la armadura mínima que deben contener los elementos sometidos a flexión. Comenzando por el artículo 10.5 de la norma, se encuentra que la armadura $A_{smín}$ cuando $f'_c \leq 30 [MPa]$ debe ser:

$$A_{smín} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \times f_y} \times b_w \times d \quad \text{Ec. 54}$$

Siempre que:

$$A_{smín} \geq \frac{1,4 \times b_w \times d}{f_y} \quad \text{Ec. 55}$$

Siendo:

- $A_{smín}$ área mínima de la armadura, en mm^2
- f'_c resistencia especificada a la compresión del hormigón, 30 MPa
- f_y tensión de fluencia especificada de la armadura longitudinal a tracción, 248 MPa
- b_w ancho de un elemento, en mm

Reemplazando:

$$A_{smín} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 248} \times 250 \times 350 = 285,27 [mm^2] \text{ y}$$

$$A_{smín} \geq \frac{1,4 \times 250 \times 350}{248} = 291,67 [mm^2]$$

Debe adoptarse $A_{smín} = 291,67 [mm^2]$ ya que la segunda condición es mayor que la primera. Puede obtenerse un k_{amin} a partir de dicha sección:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 120 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

$$k_{amin} = \frac{A_{smin} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b \times d} \quad \text{Ec. 56}$$

$$k_{amin} = \frac{291,67 \times 420}{0,85 \times 30 \times 250 \times 350} = 0,0549$$

Dicho k_{amin} permite la comparación con el k_a obtenido. Para la armadura máxima k_{amax} será:

$$k_{amax} = 0,375 \times \beta_1 \quad \text{Ec. 57}$$

$$k_{amax} = 0,375 \times 0,85 = 0,32$$

En los casos en que el k_a calculado sea menor que el k_{amin} , se debe calcular la armadura a implementar en la viga adoptando el k_{amin} , en los casos en que el k_a supere el k_{amax} , se debe emplear armadura en compresión en función del momento máximo que pueda tomar la armadura k_{amax} .

Como $k_{amin} \leq k_a \leq k_{amax}$ se adopta la armadura obtenida por cálculo $A_s = 4,14 \text{ [cm}^2\text{]}$ para la viga V3. Ahora se deben seleccionar las barras que sumarán la sección A_s calculada, teniendo en cuenta que, por reglamento, un elemento de hormigón armado debe tener como mínimo 2 barras de acero por cara. La siguiente tabla muestra los diámetros y las respectivas secciones de las barras más comunes de acero conformado empleado en la construcción:

Tabla VII-16. Diámetros y secciones de acero conformado comercial.

ϕ [mm]	A [cm ²]
8	0.50
10	0.79
12	1.13
16	2.01
20	3.14

Para la viga V3 se emplean entonces dos barras de ϕ 12 mm y una barra de ϕ 16 mm dando una sección de acero en la cara inferior de $4,27 \text{ cm}^2$. Ahora debe determinarse la separación entre dichas barras.

La separación entre barras paralelas responde a la necesidad del hormigón de generar adherencia con las barras de acero para que pueda darse la transferencia de esfuerzos entre ambos materiales y para que el agregado tenga una distribución homogénea en toda la

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 121 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

sección del elemento. La separación mínima s_{lmin} en elementos solicitados a flexión está determinada en el capítulo 7, artículo 7.6 del CIRSOC 201, donde:

$$s_{lmin} \begin{cases} \geq d_b \\ \geq 25 \text{ mm} \\ \geq 1,33 \text{ veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso} \end{cases}$$

Donde d_b es el mayor diámetro de las barras colocadas (16 mm para esta viga). Si se emplea el material denominado 0 – 20 (es decir, material cuya granulometría varía entre 0 y 20 mm) para el agregado del hormigón, la separación mínima debe ser $s_{lmin} = 26,6 \text{ [mm]}$.

La armadura superior, en los casos en que no se requiera armadura a compresión por cálculo, se emplea para control de fisuración y para el armado de los estribos. Adoptando barras del $\varnothing 8 \text{ mm}$. Por lo tanto, la sección de la viga V3 del bloque 1 resulta:

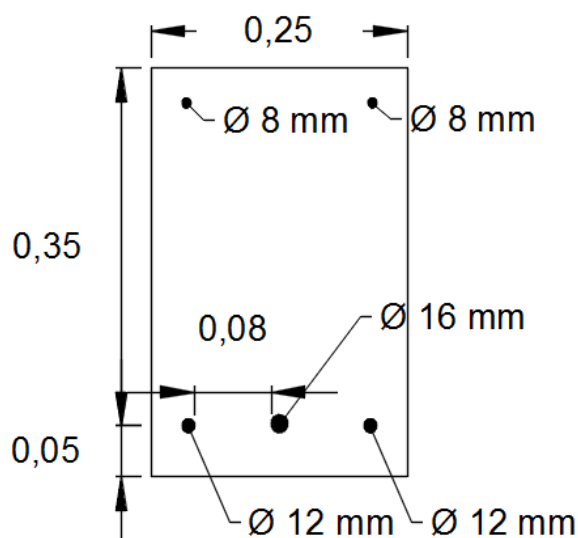


Figura VII-28. Sección de la viga V3 del bloque 1.

Ahora se debe calcular la sección de la armadura transversal, materializada por los denominados “estribos” o “zunchado”. Esta armadura está destinada a resistir los esfuerzos de corte, a generar confinamiento en el hormigón del elemento y a evitar que las barras de acero comprimidas pandeen comprometiendo la resistencia de la viga. La siguiente figura ilustra las fisuras que sufrirá una viga simplemente apoyada flexionada por dos cargas puntuales. Puede verse que la armadura transversal (vertical) atraviesa las fisuras previniendo su formación durante el estado de servicio.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			
			Página 122 de 182

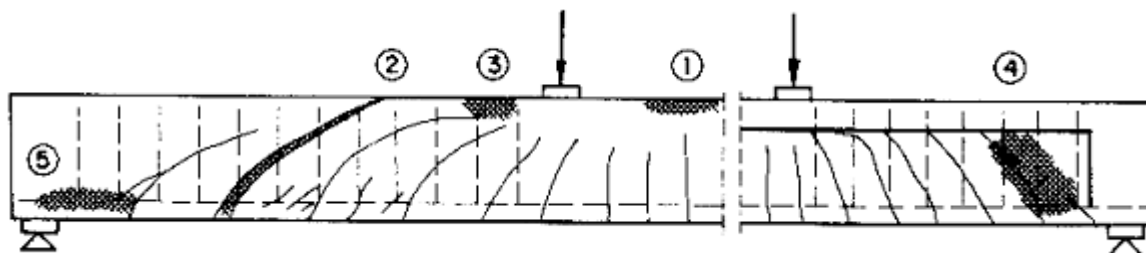


Figura VII-29. Armadura transversal de una viga fisurada simplemente apoyada.

El capítulo 11 del reglamento CIRSOC 201 determina la cantidad de acero necesaria para elementos sometidos a corte y torsión. El diseño de las secciones transversales sometidas a esfuerzos de corte se debe basar en la siguiente expresión:

$$\phi \times V_n \geq V_u \quad \text{Ec. 58}$$

Donde:

- ϕ es el factor de reducción de la resistencia al corte y está fijado en 0,75.
- V_u es el esfuerzo de corte mayorado en la sección considerada, en N.
- V_n es la resistencia nominal al corte, determinada con la siguiente expresión, en N:

$$V_n = V_c + V_s \quad \text{Ec. 59}$$

Siendo:

- V_c es la resistencia nominal al corte, proporcionada por el hormigón, en N.
- V_s la resistencia nominal al corte, proporcionada por la armadura de corte, en N.

El máximo corte V_u para una viga simplemente apoyada, con carga q (carga crítica para la viga V3 obtenida anteriormente) distribuida uniformemente se da en sus extremos y es igual a:

$$V_u = \frac{q \times l}{2} \quad \text{Ec. 60}$$

Reemplazando:

$$V_u = \frac{11.780,00 \times 5,98}{2} = 35.220,00 \text{ [N]}$$

La resistencia al corte V_c para elementos sometidos únicamente a corte y flexión es:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 123 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \quad \text{Ec. 61}$$

Donde todas las variables de dicha fórmula son conocidas, f'_c la resistencia característica del hormigón, b_w el ancho del elemento y d la distancia entre el centro de gravedad de la armadura a flexión y la fibra extrema comprimida. Reemplazando:

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 250 \times 350 = 79.876,21 \text{ [N]}$$

Puede verse que la resistencia al corte del hormigón V_c es mayor que el esfuerzo de corte mayorado V_u requerido, pero acorde a lo establecido en el artículo 11.5.6 del reglamento, se debe emplear armadura mínima de corte si:

$$V_u > 0,5 \times \phi \times V_c \quad \text{Ec. 62}$$

$$35.220,00 > 0,5 \times 0,75 \times 79.876,21$$

$$35.220,00 > 29.953,58$$

Por lo tanto, debe emplearse armadura mínima de corte A_{vmin} . Dicha armadura mínima se determina mediante la siguiente fórmula:

$$A_{vmin} = \frac{1}{16} \times \sqrt{f'_c} \times \frac{b_w \times s}{f_{yt}} \geq 0,33 \times \frac{b_w \times s}{f_{yt}} \quad \text{Ec. 63}$$

Donde:

- f_{yt} es la tensión de fluencia de la armadura transversal, igual a 420 MPa cuando se emplean barras de acero conformado como las adoptadas para la armadura longitudinal.
- s es la separación entre las barras transversales, en mm:

$$s \leq \begin{cases} \frac{d}{2} & \text{en elementos no pretensados} \\ \frac{3}{4} \times h & \text{en elementos pretensados} \\ 400 \text{ mm} \end{cases}$$

La separación s se adopta igual a la mitad de d por ser el menor valor, es decir, $s = 175 \text{ [mm]}$. Reemplazando:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 124 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

$$A_{vmin} = \frac{1}{16} \times \sqrt{30} \times \frac{250 \times 175}{420} \geq 0,33 \times \frac{250 \times 175}{420}$$

$$A_{vmin} = 35,66 \geq 34,38 [mm^2]$$

La armadura transversal mínima A_{vmin} para la viga V3 del bloque sísmico 1 será entonces $0,36 \text{ cm}^2$ de acero cada $17,50 \text{ cm}$, es decir, $2,04 \text{ cm}^2/\text{m}$. Para cumplir con este requerimiento se dispone un estribo cerrado de $\varnothing 8 \text{ mm}$ (cuya sección es de $0,50 \text{ cm}^2$) cada $17,50 \text{ cm}$ dando una armadura transversal de $5,75 \text{ cm}^2/\text{m}$. Medir distancias menores a $1,00 \text{ cm}$ en obra es poco práctico y puede generar confusiones, por lo cual, se adopta una separación de $17,00 \text{ cm}$, dando una armadura transversal de $5,92 \text{ cm}^2/\text{m}$. El doblado de las barras de $\varnothing 8 \text{ mm}$ debe hacerse mediante un mandril de doblado determinado, ya que podrían generarse tensiones secundarias en el acero producto de la deformación inducida en la curvatura de la barra. Basándose en la tabla 7.2.3 del reglamento CIRSOC 201, para barras cuyo diámetro es menor o igual a 16 mm , se debe emplear un mandril de doblado de al menos cuatro veces el diámetro de la barra a doblar. Para este caso, el mandril deberá tener un diámetro mínimo de 32 mm . El anclaje del gancho debe respetar el artículo 7.1, referido a ganchos normales. Dicho artículo establece que se debe dejar una prolongación de 6 veces el diámetro de la barra d_{be} luego del gancho cuando éste es de 135° , para este caso, se deben dejar 48 mm de prolongación como mínimo. La armadura a corte de la viga V3 resulta entonces:

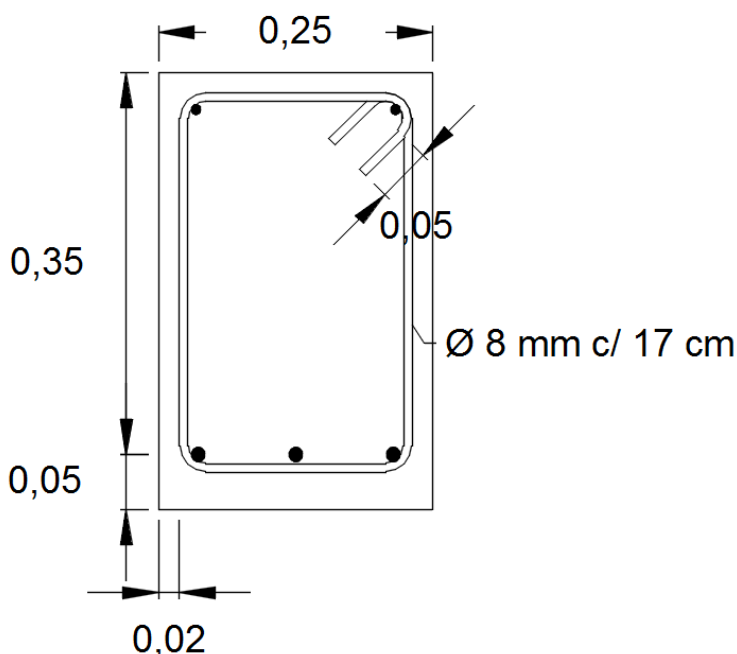


Figura VII-30. Armadura transversal de la viga V3 del bloque 1.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



De esta forma, toda la armadura de la viga V3 está calculada. Realizando el mismo procedimiento para el resto de las vigas de las tribunas del polideportivo:

Tabla VII-17. Cálculo de las armaduras de las vigas del bloque 1.

	VIGAS						LOSAS				M_u [kNm]	M_n [kNm]	m_n	k_a	A_s [cm ²]	V_u [N]	A_v [cm ² /m]
	L [m]	h [m]	b [m]	r [m]	d [m]	A [m ²]	h [m]	bi [m]	bs [m]	A [m ²]							
V1	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V2	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V3	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	52.63	58.48	0.0749	0.0779	4.14	35207.25	2.06
V4	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V5	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V6	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V7	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V8	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V9	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V10	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.75	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V11	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V12	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V13	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	52.63	58.48	0.0749	0.0779	4.14	35207.25	2.06
V14	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V15	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V16	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V17	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V18	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V19	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V20	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.75	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V21	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V22	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V23	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	52.63	58.48	0.0749	0.0779	4.14	35207.25	2.06
V24	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V25	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V26	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V27	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V28	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V29	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V30	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.75	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V31	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V32	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06
V33	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	52.63	58.48	0.0749	0.0779	4.14	35207.25	2.06
V34	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V35	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V36	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V37	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V38	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V39	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.28	53.64	0.0687	0.0712	3.78	32292.00	2.06
V40	5.98	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.75	0.13	56.99	63.33	0.0811	0.0847	4.50	38122.50	2.06

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 126 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla VII-18. Cálculo de las armaduras de las vigas del bloque 2.

	VIGAS						LOSAS				M_u [kNm]	M_n [kNm]	m_n	k_a	A_s [cm ²]	V_u [N]	A_v [cm ² /m]
	L [m]	h [m]	b [m]	r [m]	d [m]	A [m ²]	h [m]	bi [m]	bs [m]	A [m ²]							
V1	6.05	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	58.34	64.82	0.0830	0.0868	4.61	38568.75	2,06
V2	6.05	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	58.34	64.82	0.0830	0.0868	4.61	38568.75	2,06
V3	6.05	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	53.87	59.86	0.0767	0.0798	4.24	35619.38	2,06
V4	6.05	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	49.41	54.90	0.0703	0.0730	3.88	32670.00	2,06
V5	6.05	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	49.41	54.90	0.0703	0.0730	3.88	32670.00	2,06
V6	6.05	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	49.41	54.90	0.0703	0.0730	3.88	32670.00	2,06
V7	6.05	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	49.41	54.90	0.0703	0.0730	3.88	32670.00	2,06
V8	6.05	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	49.41	54.90	0.0703	0.0730	3.88	32670.00	2,06
V9	6.05	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	49.41	54.90	0.0703	0.0730	3.88	32670.00	2,06
V10	6.05	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.75	0.13	58.34	64.82	0.0830	0.0868	4.61	38568.75	2,06
V11	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	57.38	63.75	0.0816	0.0853	4.53	38250.00	2,06
V12	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	57.38	63.75	0.0816	0.0853	4.53	38250.00	2,06
V13	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	52.99	58.88	0.0754	0.0785	4.17	35325.00	2,06
V14	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V15	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V16	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V17	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V18	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V19	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V20	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.75	0.13	57.38	63.75	0.0816	0.0853	4.53	38250.00	2,06
V21	3.09	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	15.22	16.91	0.0217	0.0219	1.16	19698.75	2,06
V22	3.60	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	20.66	22.95	0.0294	0.0298	1.58	22950.00	2,06
V23	4.12	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	24.98	27.76	0.0355	0.0362	1.92	24256.50	2,06
V24	4.54	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	27.83	30.92	0.0396	0.0404	2.15	24516.00	2,06
V25	4.95	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	33.08	36.75	0.0471	0.0482	2.56	26730.00	2,06
V26	5.36	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	38.78	43.09	0.0552	0.0568	3.02	28944.00	2,06
V27	5.78	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	45.10	50.11	0.0642	0.0664	3.53	31212.00	2,06
V28	6.19	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	51.73	57.47	0.0736	0.0765	4.07	33426.00	2,06
V29	6.61	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	58.98	65.54	0.0839	0.0878	4.66	35694.00	2,06
V30	7.02	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.75	0.13	78.54	87.27	0.1117	0.1188	6.31	44752.50	2,06
V31	3.74	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	22.29	24.77	0.0317	0.0322	1.71	23842.50	2,06
V32	4.25	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	28.79	31.99	0.0410	0.0418	2.22	27093.75	2,06
V33	4.77	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	33.49	37.21	0.0476	0.0488	2.59	28083.38	2,06
V34	5.19	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	36.36	40.40	0.0517	0.0532	2.82	28026.00	2,06
V35	5.60	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	42.34	47.04	0.0602	0.0622	3.30	30240.00	2,06
V36	6.01	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.76	54.18	0.0694	0.0720	3.82	32454.00	2,06
V37	6.43	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	55.82	62.02	0.0794	0.0828	4.40	34722.00	2,06
V38	6.84	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	63.16	70.18	0.0899	0.0943	5.01	36936.00	2,06
V39	7.26	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	71.16	79.06	0.1012	0.1070	5.68	39204.00	2,06
V40	7.67	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.58	0.11	84.01	93.34	0.1195	0.1277	6.78	43811.04	2,06

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 127 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla VII-19. Cálculo de las armaduras de las vigas del bloque 3.

	VIGAS						LOSAS				M_u [kNm]	M_n [kNm]	m_n	k_a	A_s [cm ²]	V_u [N]	A_v [cm ² /m]
	L [m]	h [m]	b [m]	r [m]	d [m]	A [m ²]	h [m]	bi [m]	bs [m]	A [m ²]							
V1	3.74	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	22.29	24.77	0.0317	0.0322	1.71	23842.50	2,06
V2	4.25	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	28.79	31.99	0.0410	0.0418	2.22	27093.75	2,06
V3	4.77	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	33.49	37.21	0.0476	0.0488	2.59	28083.38	2,06
V4	5.19	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	36.36	40.40	0.0517	0.0532	2.82	28026.00	2,06
V5	5.60	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	42.34	47.04	0.0602	0.0622	3.30	30240.00	2,06
V6	6.01	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.76	54.18	0.0694	0.0720	3.82	32454.00	2,06
V7	6.43	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	55.82	62.02	0.0794	0.0828	4.40	34722.00	2,06
V8	6.84	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	63.16	70.18	0.0899	0.0943	5.01	36936.00	2,06
V9	7.26	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	71.16	79.06	0.1012	0.1070	5.68	39204.00	2,06
V10	7.67	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	79.42	88.24	0.1130	0.1202	6.39	41418.00	2,06
V11	0.89	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	1.26	1.40	0.0018	0.0018	0.10	5673.75	2,06
V12	1.40	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	3.12	3.47	0.0044	0.0045	0.24	8925.00	2,06
V13	1.92	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	5.43	6.03	0.0077	0.0077	0.41	11304.00	2,06
V14	2.34	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	7.39	8.21	0.0105	0.0106	0.56	12636.00	2,06
V15	2.75	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	10.21	11.34	0.0145	0.0146	0.78	14850.00	2,06
V16	3.16	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	13.48	14.98	0.0192	0.0194	1.03	17064.00	2,06
V17	3.58	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	17.30	19.22	0.0246	0.0249	1.32	19332.00	2,06
V18	3.99	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	21.49	23.88	0.0306	0.0311	1.65	21546.00	2,06
V19	4.41	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	26.25	29.17	0.0374	0.0381	2.02	23814.00	2,06
V20	4.82	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.58	0.11	33.18	36.86	0.0472	0.0484	2.57	27531.84	2,06
V21	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	57.38	63.75	0.0816	0.0853	4.53	38250.00	2,06
V22	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	57.38	63.75	0.0816	0.0853	4.53	38250.00	2,06
V23	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	52.99	58.88	0.0754	0.0785	4.17	35325.00	2,06
V24	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V25	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V26	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V27	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V28	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V29	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V30	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.58	0.11	51.41	57.12	0.0731	0.0760	4.04	34272.00	2,06
V31	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	57.38	63.75	0.0816	0.0853	4.53	38250.00	2,06
V32	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	57.38	63.75	0.0816	0.0853	4.53	38250.00	2,06
V33	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	52.99	58.88	0.0754	0.0785	4.17	35325.00	2,06
V34	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V35	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V36	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V37	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V38	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V39	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V40	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.58	0.11	51.41	57.12	0.0731	0.0760	4.04	34272.00	2,06
V41	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	57.38	63.75	0.0816	0.0853	4.53	38250.00	2,06
V42	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.63	0.13	57.38	63.75	0.0816	0.0853	4.53	38250.00	2,06
V43	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.63	0.50	0.11	52.99	58.88	0.0754	0.0785	4.17	35325.00	2,06
V44	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V45	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V46	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V47	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V48	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V49	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.50	0.10	48.60	54.00	0.0691	0.0717	3.81	32400.00	2,06
V50	6.00	0.40	0.25	0.05	0.35	0.10	0.10	0.50	0.58	0.11	51.41	57.12	0.0731	0.0760	4.04	34272.00	2,06

Analizando las tablas anteriores, puede verse que todas las vigas requieren la armadura transversal A_v mínima, variando únicamente la cuantía o cantidad de acero requerida por flexión.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 128 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

El armado y el control de las vigas hechas “in-situ” puede ser complejo y generar confusiones si se emplean demasiadas barras (y a su vez de distinto diámetro) por viga, por lo que es conveniente emplear la menor cantidad posible de configuraciones de armadura para toda la construcción. Para las vigas de las tribunas se utiliza siempre la misma armadura mínima de corte A_{vmin} , y cuatro configuraciones distintas para la armadura longitudinal A_s :

- Sección A: dos barras de $\varnothing 12$ mm y una de $\varnothing 10$ mm, sumando una sección de acero de $3,05 \text{ cm}^2$. Esta sección es adoptada principalmente para las vigas que requieren armadura mínima.
- Sección B: tres barras de $\varnothing 12$ mm sumando una sección de acero de $3,39 \text{ cm}^2$.
- Sección C: dos barras de $\varnothing 12$ mm y una de $\varnothing 16$ mm, sumando una sección de acero de $4,27 \text{ cm}^2$.
- Sección D: dos barras de $\varnothing 12$ mm y dos de $\varnothing 20$ mm, sumando una sección de acero de $6,28 \text{ cm}^2$.

De esta forma, todas las vigas cuentan con dos barras de $\varnothing 12$ mm en las esquinas inferiores variando las barras que deben llevar al centro.

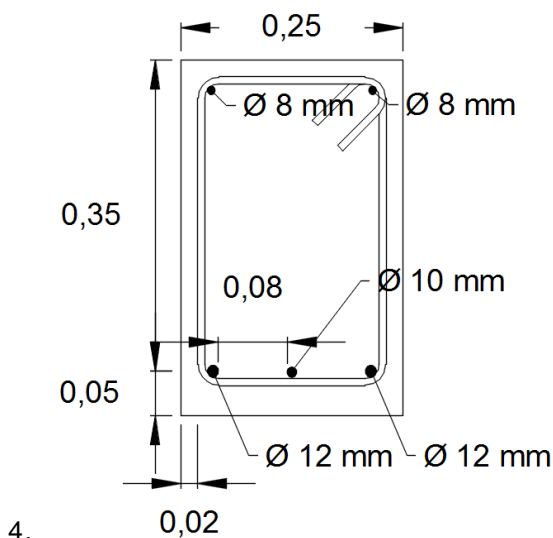


Figura VII-31. Sección de viga A.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 129 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

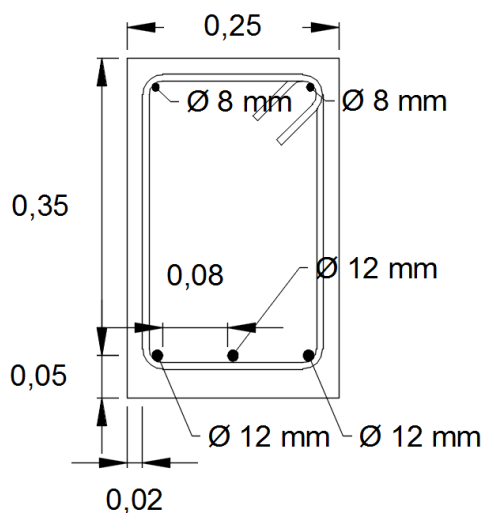


Figura VII-32. Sección de viga B.

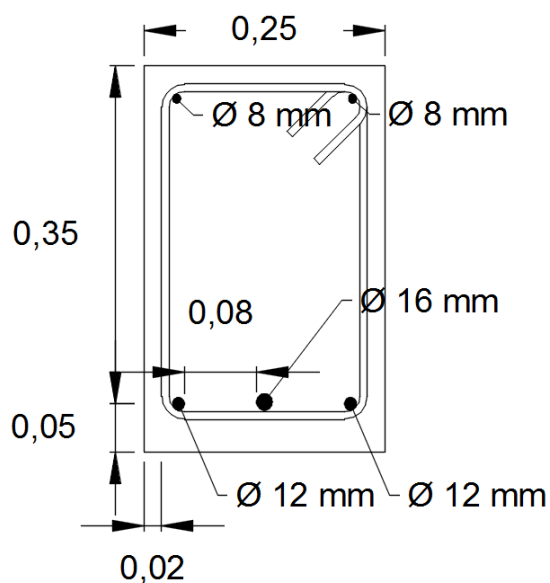


Figura VII-33. Sección de viga C.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 130 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

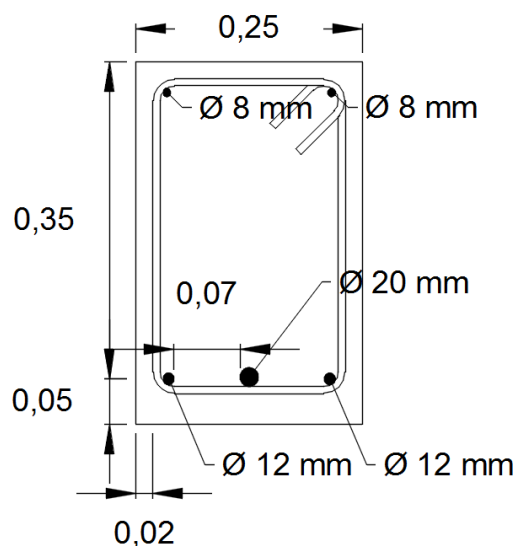


Figura VII-34. Sección de viga D.

Las vigas tendrán las siguientes secciones:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 131 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Tabla VII-20. Sección de las vigas del bloque 1.

	Observaciones
V1	Sección 4
V2	Sección 4
V3	Sección 3
V4	Sección 3
V5	Sección 3
V6	Sección 3
V7	Sección 3
V8	Sección 3
V9	Sección 3
V10	Sección 4
V11	Sección 4
V12	Sección 4
V13	Sección 3
V14	Sección 3
V15	Sección 3
V16	Sección 3
V17	Sección 3
V18	Sección 3
V19	Sección 3
V20	Sección 4
V21	Sección 4
V22	Sección 4
V23	Sección 3
V24	Sección 3
V25	Sección 3
V26	Sección 3
V27	Sección 3
V28	Sección 3
V29	Sección 3
V30	Sección 4
V31	Sección 4
V32	Sección 4
V33	Sección 3
V34	Sección 3
V35	Sección 3
V36	Sección 3
V37	Sección 3
V38	Sección 3
V39	Sección 3
V40	Sección 4

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 132 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla VII-21. Sección de las vigas del bloque 2.

	Observaciones
V1	Sección 4
V2	Sección 4
V3	Sección 3
V4	Sección 3
V5	Sección 3
V6	Sección 3
V7	Sección 3
V8	Sección 3
V9	Sección 3
V10	Sección 3
V11	Sección 4
V12	Sección 4
V13	Sección 3
V14	Sección 3
V15	Sección 3
V16	Sección 3
V17	Sección 3
V18	Sección 3
V19	Sección 3
V20	Sección 3
V21	Sección 1
V22	Sección 1
V23	Sección 1
V24	Sección 1
V25	Sección 1
V26	Sección 1
V27	Sección 3
V28	Sección 3
V29	Sección 4
V30	Sección 4
V31	Sección 1
V32	Sección 1
V33	Sección 1
V34	Sección 1
V35	Sección 2
V36	Sección 4
V37	Sección 4
V38	Sección 4
V39	Sección 4
V40	Sección 4

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 133 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla VII-22. Sección de las vigas del bloque 3.

	Observaciones
V1	Sección 1
V2	Sección 1
V3	Sección 1
V4	Sección 1
V5	Sección 2
V6	Sección 3
V7	Sección 4
V8	Sección 4
V9	Sección 4
V10	Sección 4
V11	Sección 1
V12	Sección 1
V13	Sección 1
V14	Sección 1
V15	Sección 1
V16	Sección 1
V17	Sección 1
V18	Sección 1
V19	Sección 1
V20	Sección 1
V21	Sección 4
V22	Sección 4
V23	Sección 3
V24	Sección 3
V25	Sección 3
V26	Sección 3
V27	Sección 3
V28	Sección 3
V29	Sección 3
V30	Sección 3
V31	Sección 4
V32	Sección 4
V33	Sección 3
V34	Sección 3
V35	Sección 3
V36	Sección 3
V37	Sección 3
V38	Sección 3
V39	Sección 3
V40	Sección 3
V41	Sección 4
V42	Sección 4
V43	Sección 3
V44	Sección 3
V45	Sección 3
V46	Sección 3
V47	Sección 3
V48	Sección 3
V49	Sección 3
V50	Sección 3

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 134 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Ahora deben calcularse las vigas que soportan las acciones de la losa del pasillo central, ubicadas a espaldas de la tribuna metálica inferior. Aplicando el mismo procedimiento utilizado para las vigas anteriores con la siguiente geometría:

Dicha viga soportará la mitad del peso y la mitad de la sobrecarga de uso aplicada sobre la losa L12, por lo tanto, agregando además la carga por peso propio, la carga permanente q_D será 5,84 kN/m (siendo este valor el producto entre la densidad del hormigón y la suma de media sección de la losa y la sección completa de la viga) y la carga de uso q_L será 6,13 kN/m (siendo este valor el producto entre la mitad de la luz libre y la sobrecarga de uso determinada por el CIRSOC 101 para pasillos). Aplicando las combinaciones de carga:

$$\bullet \quad 1,4 \times q_D = 8,18 \left[\frac{kN}{m} \right] \quad \text{Ec. 64}$$

$$\bullet \quad 1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L = 16,82 \left[\frac{kN}{m} \right] \quad \text{Ec. 65}$$

Siendo entonces la carga crítica $q = 16,82 \left[\frac{kN}{m} \right]$. El momento máximo aplicado en el centro del tramo, según la Ec. 40:

$$M_u = \frac{16,82 \times 3,60^2}{8} = 27,25 \text{ [kNm]}$$

Obteniendo ahora los valores de M_n y m_n (Ec. 41 y Ec. 49) para calcular el k_a necesario:

$$M_n = \frac{27,25}{0,90} = 30,28 \text{ kNm}$$

$$m_n = \frac{30,28}{0,85 \times 30.000.000 \times 0,20 \times 0,20^2} = 0,1484$$

$$k_a = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,1484} = 0,1614$$

La armadura mínima $A_{smín}$ será:

$$A_{smín} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \times f_y} \times b_w \times d \geq \frac{1,4 \times b_w \times d}{f_y} \quad \text{Ec. 66}$$

$$A_{smín} = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 420} \times 200 \times 200 \geq \frac{1,4 \times 200 \times 200}{420}$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 135 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

$$A_{s\text{mín}} = 130,41 \geq 133,33 [mm^2]$$

Por lo tanto, la armadura a flexión A_s no puede ser menor a $1,33 \text{ cm}^2$. Por otro lado, si k_{amax} (Ec. 57) es mayor que el k_a obtenido por cálculo no será necesaria armadura de compresión:

$$k_{amax} = 0,375 \times 0,85 = 0,32$$

Finalmente, la armadura a flexión requerida (Ec. 53):

$$A_s = 0,85 \times 30.000.000 \times 0,2 \times 0,1614 \times \frac{0,20}{420.000.000} \times 100^2 = 3,92 [cm^2]$$

Para cumplir con dicho requerimiento, se disponen dos barras de $\varnothing 12 \text{ mm}$ ($1,13 \text{ cm}^2$) en las esquinas inferiores y una barra de $\varnothing 16 \text{ mm}$ ($2,01 \text{ cm}^2$) en el centro, sumando una sección de $4,27 \text{ cm}^2$.

El corte último solicitado será (Ec. 60):

$$V_u = \frac{16.816,00 \times 5,98}{2} = 50.279,84 [N]$$

Y la resistencia del hormigón a dicho esfuerzo (Ec. 61):

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 200 \times 200 = 36.514,74 [N]$$

Dado que el esfuerzo de corte último es mayor que la resistencia al corte del hormigón se debe emplear armadura de corte A_v adicional. La resistencia requerida por la armadura V_s se puede despejar entre la Ec. 58 y la Ec. 59:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad \text{Ec. 67}$$

$$V_s = \frac{50.279,84}{0,75} - 36.514,74 = 30.525,05 [N]$$

De acuerdo al artículo 11.5.7 del CIRSOC 201, la resistencia al corte otorgado por la armadura es:

$$V_s = \frac{A_v \times f_{yt} \times d}{s} \quad \text{Ec. 68}$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 136 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Donde s es la separación máxima permitida entre barras de estribos o zunchos:

$$s \leq \begin{cases} \frac{d}{2} & \text{en elementos no pretensados} \\ \frac{3}{4} \times h & \text{en elementos pretensados} \\ 400 \text{ mm} \end{cases}$$

Se debe adoptar una separación máxima de $\frac{d}{2}$, es decir, 10,00 cm. Despejando la armadura A_v requerida por metro:

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_{yt} \times d} \quad \text{Ec. 69}$$

Reemplazando valores:

$$\frac{A_v}{s} = \frac{30.525,05}{420000000 \times 0,20} \times 100^2 = 3,64 \left[\frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \right]$$

Es decir, que se requieren 3,64 cm² de armadura transversal por cada metro de viga, para ello, se disponen estribos cerrados de \varnothing 6 mm (0,28 cm²) cada 10,00 cm (debido a la separación s máxima), dando una armadura de 5,65 cm² por metro. Por último, se adoptan barras de \varnothing 8 mm para percha en las esquinas superiores de la viga.

La sección de la viga V11 será entonces:

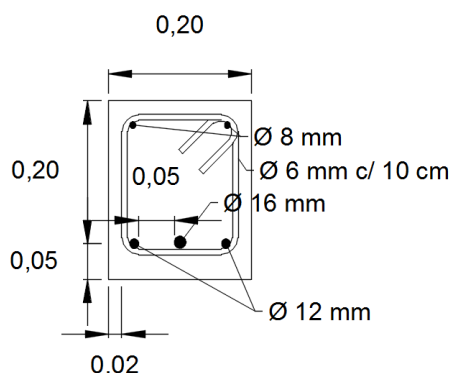


Figura VII-35. Sección de la viga V11.

El techo del ingreso o antesala será una losa de hormigón de 15,00 cm de espesor (ver Figura VII-38), que apoya un extremo en los tabiques interiores del polideportivo y el otro en la viga V12. Dicha losa debe tener una sobrecarga de uso de 1 kN/m² de acuerdo a lo estipulado por el CIRSOC 101 para azoteas inaccesibles. La armadura de la viga V12 será:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 137 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

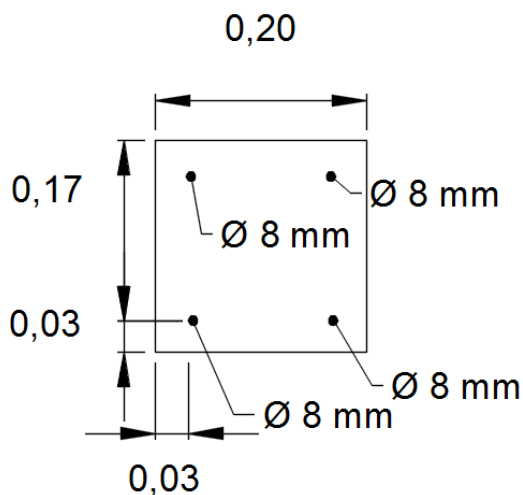


Figura VII-36. Sección de la viga V12.

Debe notarse que la sección anterior no posee armadura transversal, esto se debe a que el artículo 11.5.6 del reglamento CIRSOC 201 permite no colocar dicha armadura cuando la altura del elemento flexionado sea menor a 250 mm.

De esta forma, todas las vigas del polideportivo se encuentran calculadas.

Una vez explicado el proceso de cálculo de la armadura longitudinal de una viga simplemente apoyada, se procede a calcular de igual manera la armadura longitudinal de las losas. Calculando la armadura de la losa L12, por ejemplo, se observa en la Figura VII-37 que la luz libre L es igual a 2,45 m. Del reglamento CIRSOC 101 se extrae la densidad del hormigón armado ($25,00 \text{ kN/m}^3$) y la sobrecarga de uso ($5,00 \text{ kN/m}^2$).

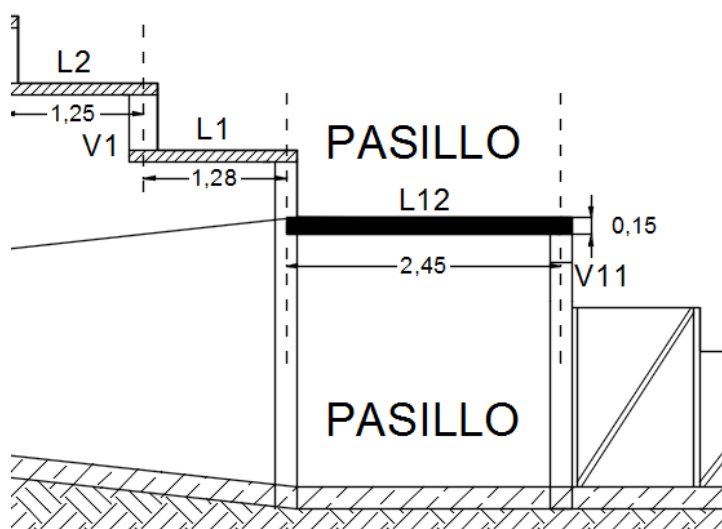


Figura VII-37. Losa L12 del pasillo central.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 138 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



El siguiente paso consiste en determinar la carga crítica q aplicada sobre la losa, para ello se obtienen las cargas q_D y q_L debidas al peso y a la sobrecarga de uso respectivamente. Multiplicando la altura h por un ancho unitario b se obtiene $q_D = 3,75 \left[\frac{kN}{m} \right]$.

La carga q_L se obtiene multiplicando la sobrecarga por el ancho unitario de losa, resultando $q_L = 5,00 \left[\frac{kN}{m} \right]$. Aplicando las combinaciones de carga:

- $1,4 \times q_D = 5,25 \left[\frac{kN}{m} \right]$
- $1,2 \times q_D + 1,6 \times q_L = 12,50 \left[\frac{kN}{m} \right]$

Al igual que en el caso de las vigas, la segunda combinación de carga da una carga crítica q mayor. Utilizando ahora la Ec. 40 para obtener el momento máximo en el centro del tramo:

$$M_u = \frac{12,50 \times 2,45^2}{8} = 9,38 [kNm]$$

Obteniendo ahora los valores de M_n y m_n para calcular el k_a necesario:

$$M_n = \frac{9,38}{0,90} = 10,42 kNm$$

$$m_n = \frac{10.421,01}{0,85 \times 30.000.000 \times 1 \times 0,12^2} = 0,0284$$

Ec. 70

$$k_a = 1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,0834} = 0,0288$$

El valor 0,12 m de la Ec. 70 corresponde a la altura $h = 15,00 [cm]$ menos el recubrimiento de las armaduras $r = 3,00 [cm]$.

La armadura requerida a flexión por metro de ancho será entonces:

$$A_s = 0,85 \times 30.000.000 \times 1 \times 0,0288 \times \frac{0,12}{420.000.000} \times 100^2 = 2,10 [cm^2]$$

La separación máxima s de las barras de acero debe cumplir con los siguientes límites:

$$s \begin{cases} \leq 380 \times \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2,5 \times c_c \\ \leq 300 \left(\frac{280}{f_s} \right) \end{cases}$$

Donde:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 139 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- c_c es la menor distancia entre la superficie de la armadura y la cara traccionada del elemento, el recubrimiento r para este caso, en mm.
- f_s es igual a dos tercios de la tensión de fluencia f_y , 280 MPa.

Reemplazando:

$$s \begin{cases} \leq 380 \times \left(\frac{280}{280}\right) - 2,5 \times 30 = 305 \text{ mm} \\ \leq 300 \left(\frac{280}{280}\right) = 300 \text{ mm} \end{cases}$$

Por lo tanto, $s = 300 \text{ [mm]}$. Utilizando barras de $\varnothing 8 \text{ mm}$ ($0,50 \text{ cm}^2$) con una separación $s = 20 \text{ [cm]}$, la cantidad de acero para un ancho unitario de losa es $A_s = 2,50 \text{ [cm}^2\text{]}$, verificando la armadura requerida a flexión.

Ahora debe calcularse la armadura requerida a corte A_v con la Ec 60. El esfuerzo de corte mayorado será:

$$V_u = \frac{12.500,00 \times 2,45}{2} = 15.312,50 \text{ [N]}$$

Y la resistencia del hormigón sin armadura de corte:

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 1000 \times 70 = 63.900,97 \text{ [N]}$$

Verificando la Ec. 62:

$$15.312,50 \leq 0,75 \times 63.900,97$$

Donde puede verse que la resistencia al corte del hormigón V_c es suficiente para resistir el esfuerzo. Según al artículo 11.5.6 del reglamento CIRSOC 201, explicado anteriormente, no es requerida armadura mínima de corte.

Procediendo de igual manera para el resto de losas de la tribuna:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 140 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Tabla VII-23. Armadura longitudinal de losas de tribuna.

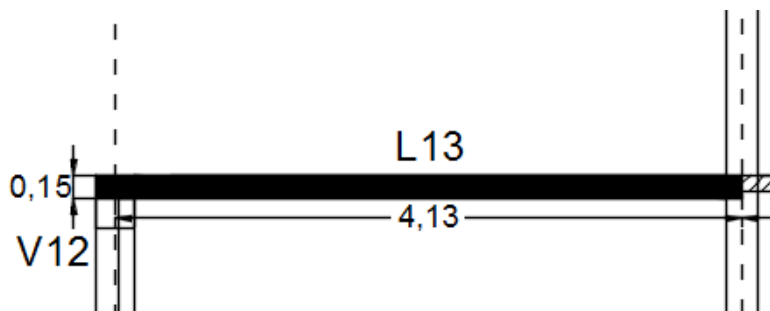
	LOSAS						M_u [kNm]	M_n [kNm]	m_n	k_a	A_s [cm ²]	Observaciones
	L [m]	h [m]	b [m]	r [m]	d [m]	A [m ²]						
L1	1.28	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	1.60	1.77	0.0142	0.0143	0.61	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L2	1.25	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	1.52	1.69	0.0135	0.0136	0.58	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L3	1.25	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	1.52	1.69	0.0135	0.0136	0.58	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L4	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	0.98	1.08	0.0087	0.0087	0.37	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L5	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	0.98	1.08	0.0087	0.0087	0.37	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L6	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	0.98	1.08	0.0087	0.0087	0.37	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L7	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	0.98	1.08	0.0087	0.0087	0.37	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L8	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	0.98	1.08	0.0087	0.0087	0.37	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L9	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	0.98	1.08	0.0087	0.0087	0.37	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L10	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	0.98	1.08	0.0087	0.0087	0.37	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L11	1.68	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	2.75	3.06	0.0245	0.0248	1.05	1 ϕ 6 mm c/ 30 cm
L12	2.45	0.15	1.00	0.03	0.12	0.15	9.38	10.42	0.0284	0.0288	2.10	1 ϕ 8 mm c/ 20 cm

Verificando la resistencia de cada losa al esfuerzo de corte:

Tabla VII-24. Verificación de esfuerzo cortante de losas de tribuna.

	LOSAS						V_u [N]	$0,5 \times \phi \times V_c$ [N]	Observaciones
	L [m]	h [m]	b [m]	r [m]	d [m]	A [m ²]			
L1	1.28	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	4992.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L2	1.25	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	4875.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L3	1.25	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	4875.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L4	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	3900.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L5	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	3900.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L6	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	3900.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L7	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	3900.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L8	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	3900.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L9	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	3900.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L10	1.00	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	3900.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L11	1.68	0.10	1.00	0.03	0.07	0.10	6552.00	23962.86	No requiere A_{vmin}
L12	2.45	0.15	1.00	0.03	0.12	0.15	15312.50	41079.19	No requiere A_{vmin}

La losa L13 de la antesala se calcula de igual forma considerando una sobrecarga de uso de 1 kN/m², ya que corresponde a azotea inaccesible:



Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
		Página 141 de 182	
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura VII-38. Losa L13 de la Antesala.

La armadura resulta:

Tabla VII-25. Armadura longitudinal de losa L13.

	LOSAS						M_u [kNm]	M_n [kNm]	m_n	k_a	A_s [cm ²]	Observaciones
	L [m]	h [m]	b [m]	r [m]	d [m]	A [m ²]						
L13	4.13	0.15	1.00	0.03	0.12	0.15	13.01	14.45	0.0394	0.0402	2.93	1 \varnothing 8 mm c/ 15 cm

Y la verificación al corte arroja los siguientes resultados:

Tabla VII-26. Verificación de esfuerzo cortante de losa L13.

	LOSAS						V_u [N]	$0,5 \times \phi \times V_c$ [N]	Observaciones
	L [m]	h [m]	b [m]	r [m]	d [m]	A [m ²]			
L13	4.13	0.15	1.00	0.03	0.12	0.15	12596.50	41079.19	No requiere A_{vmin}

De esta forma, todas las losas y las vigas del polideportivo están calculadas.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 142 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

VII.2.4 TABIQUES

Una vez concluido el estudio de las vigas y de las losas, se procede a analizar los tabiques de hormigón de la estructura. Los tabiques son elementos estructurales de hormigón generalmente verticales que, cuando estos elementos son situados en posiciones ventajosas, pueden formar un sistema muy eficiente para resistir fuerzas horizontales.

Para las paredes estructurales, o tabiques, del polideportivo se adoptan las armaduras mínimas establecidas por el reglamento, debido al nivel de anteproyecto de este Trabajo Final. El capítulo 14 del reglamento CIRSOC 201 está dedicado a los tabiques de hormigón armado, y en el artículo 14.3 se trata la armadura mínima vertical y horizontal.

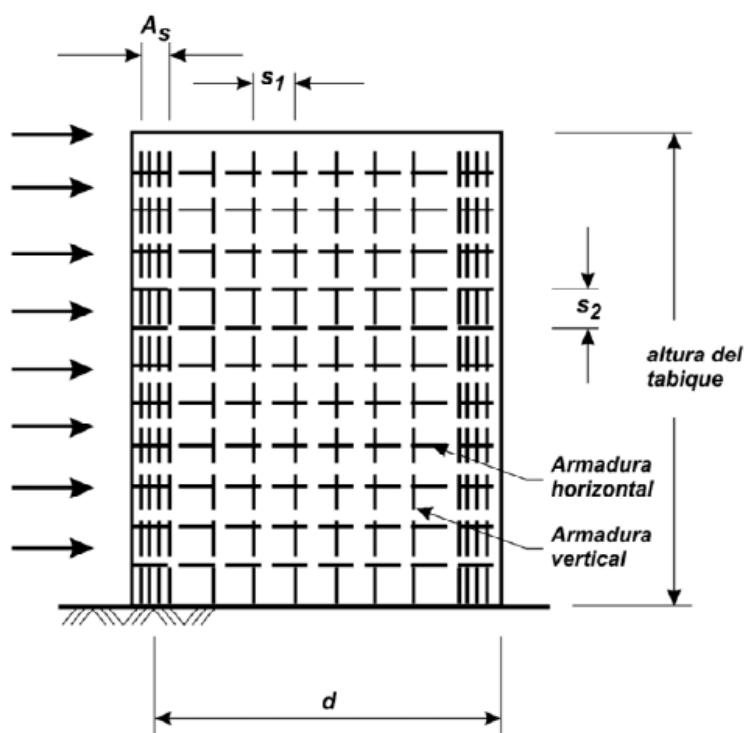


Figura VII-39. Armaduras de un tabique de hormigón armado.

La cuantía mínima de la armadura vertical referida a la sección total o bruta de hormigón, ρ_l , debe ser:

- 0,0012 para barras o alambres conformados con $d_b \leq 16 [mm]$ y con $f_y \geq 420 [MPa]$.
- 0,0015 para otras barras conformadas.
- 0,0012 para mallas de acero soldadas de alambres lisos o conformados con $d_b \leq 16 [mm]$.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 143 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

Como se emplearán barras conformadas se cumple con la primera condición, por lo que la armadura a distribuir será el producto entre la cuantía ρ_l y la sección en planta del tabique en estudio. Tomando como ejemplo el tabique T1 del bloque 1 (ver Figura VII-15), cuyas medidas son de 12,13 m de largo y 0,20 m de ancho. Multiplicando la sección en unidades de cm^2 por la cuantía, resulta:

$$A_v = \rho_l \times A_g \quad \text{Ec. 71}$$

$$A_v = 0,0012 \times 20,00 \times 1.213,00 = 29,11 [\text{cm}^2]$$

Y para la armadura longitudinal, la cuantía mínima ρ_v debe ser:

- 0,0020 para barras o alambres conformados con $d_b \leq 16 [\text{mm}]$ y con $f_y \geq 420 [\text{MPa}]$.
- 0,0025 para otras barras conformadas.
- 0,0020 para mallas de acero soldadas de alambres lisos o conformados con $d_b \leq 16 [\text{mm}]$.

Donde nuevamente se adopta la primera condición. La sección del tabique será la sección transversal, pero dicha sección varía de una fila a otra por las condiciones de la visual a la pista deportiva:

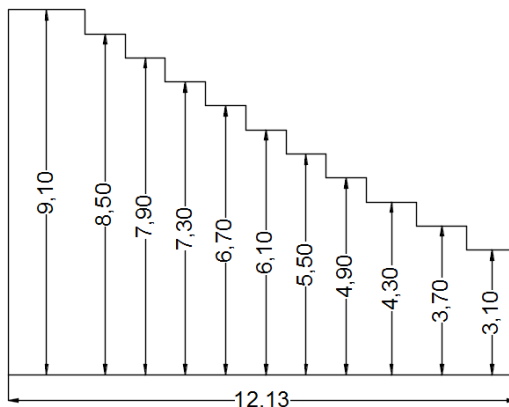


Figura VII-40. Vista lateral del tabique T1 del bloque 1.

Por lo que las cantidades de acero serán:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 144 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

Tabla VII-27. Armadura longitudinal del tabique T1.

ρ_v	h [cm]	b [cm]	A [cm ²]	Al [cm ²]
0.0020	310.00	20.00	6200.00	12.40
0.0020	370.00	20.00	7400.00	14.80
0.0020	430.00	20.00	8600.00	17.20
0.0020	490.00	20.00	9800.00	19.60
0.0020	550.00	20.00	11000.00	22.00
0.0020	610.00	20.00	12200.00	24.40
0.0020	670.00	20.00	13400.00	26.80
0.0020	730.00	20.00	14600.00	29.20
0.0020	790.00	20.00	15800.00	31.60
0.0020	850.00	20.00	17000.00	34.00
0.0020	910.00	20.00	18200.00	36.40

La separación de las barras verticales y horizontales debe ser:

- Igual o menor que tres veces el espesor del tabique.
- Igual o menor que 300 mm.

El tabique tiene un espesor de 20,00 cm, por lo tanto, debe adoptarse la segunda condición para la separación entre barras, ya que tres veces dicho espesor supera el límite de 300 mm. La armadura para este tabique entonces será:

- Para la armadura vertical A_v se adopta una barra de \varnothing 6 mm por cara (0,28 cm² de sección por barra) cada 20,00 cm, dando una armadura a lo largo de todo el tabique de 33,96 cm².
- Para la armadura horizontal A_l se adopta una barra de \varnothing 8 mm por cara (0,50 cm² de sección por barra) cada 20,00 cm, cumpliendo con los requisitos de cada tramo.

La armadura de los demás tabiques será entonces:

Tabla VII-28. Armadura horizontal y vertical del bloque 1.

	TABIQUE			A_l [cm ²]		A_v [cm ²]	
	L [m]	b [m]	h [m]				
T1	12.13	0.20	9.10	36.40	2 \varnothing 8 mm cada 20 cm	29.11	2 \varnothing 6 mm cada 20 cm
T2	12.13	0.20	9.10	36.40	2 \varnothing 8 mm cada 20 cm	29.11	2 \varnothing 6 mm cada 20 cm
T3	12.13	0.20	9.10	36.40	2 \varnothing 8 mm cada 20 cm	29.11	2 \varnothing 6 mm cada 20 cm
T4	24.10	0.20	3.10	12.40	2 \varnothing 8 mm cada 20 cm	57.84	2 \varnothing 6 mm cada 20 cm
T5	1.20	0.20	9.10	36.40	2 \varnothing 8 mm cada 20 cm	2.88	2 \varnothing 6 mm cada 20 cm
T6	2.20	0.20	9.10	36.40	2 \varnothing 8 mm cada 20 cm	5.28	2 \varnothing 6 mm cada 20 cm
T7	2.20	0.20	9.10	36.40	2 \varnothing 8 mm cada 20 cm	5.28	2 \varnothing 6 mm cada 20 cm
T8	2.20	0.20	9.10	36.40	2 \varnothing 8 mm cada 20 cm	5.28	2 \varnothing 6 mm cada 20 cm
T9	1.20	0.20	9.10	36.40	2 \varnothing 8 mm cada 20 cm	2.88	2 \varnothing 6 mm cada 20 cm

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 145 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Tabla VII-29. Armadura horizontal y vertical del bloque 2.

	TABIQUE			A_l [cm ²]		A_v [cm ²]	
	L [m]	b [m]	h [m]				
T1	12.13	0.20	9.10	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	29.11	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T2	12.13	0.20	9.10	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	29.11	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T3	11.50	0.20	9.10	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	27.60	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T4	14.56	0.20	3.10	12.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	34.94	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T5	3.16	0.20	3.10	12.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	7.58	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T6	1.20	0.20	9.10	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	2.88	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T7	10.09	0.20	9.10	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	24.22	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T8	8.70	0.60	9.10	109.20	2 \emptyset 10 mm cada 10 cm	62.64	2 \emptyset 10 mm cada 20 cm

Tabla VII-30. Armadura horizontal y vertical del bloque 3.

	TABIQUE			A_l [cm ²]		A_v [cm ²]	
	L [m]	b [m]	h [m]				
T1	11.50	0.20	9.1	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	27.60	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T2	11.71	0.20	9.1	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	28.10	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T3	2.32	0.20	3.1	12.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	5.57	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T4	18.51	0.20	3.1	12.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	44.42	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T5	8.10	0.60	9.1	109.20	2 \emptyset 10 mm cada 20 cm	58.32	2 \emptyset 10 mm cada 20 cm
T6	2.82	0.20	9.1	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	6.77	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T7	0.80	0.20	9.1	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	1.92	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T8	0.80	0.20	9.1	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	1.92	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T9	0.80	0.20	9.1	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	1.92	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm
T10	1.20	0.20	9.1	36.40	2 \emptyset 8 mm cada 20 cm	2.88	2 \emptyset 6 mm cada 20 cm

Para los tabiques exteriores, encargados de tomar la componente horizontal del arco metálico, según se explicó al final del apartado ELEMENTOS COMPRIMIDOS:

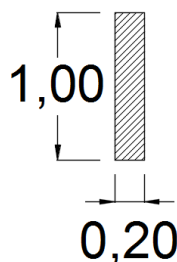


Figura VII-41. Sección de tabiques externos

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 146 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

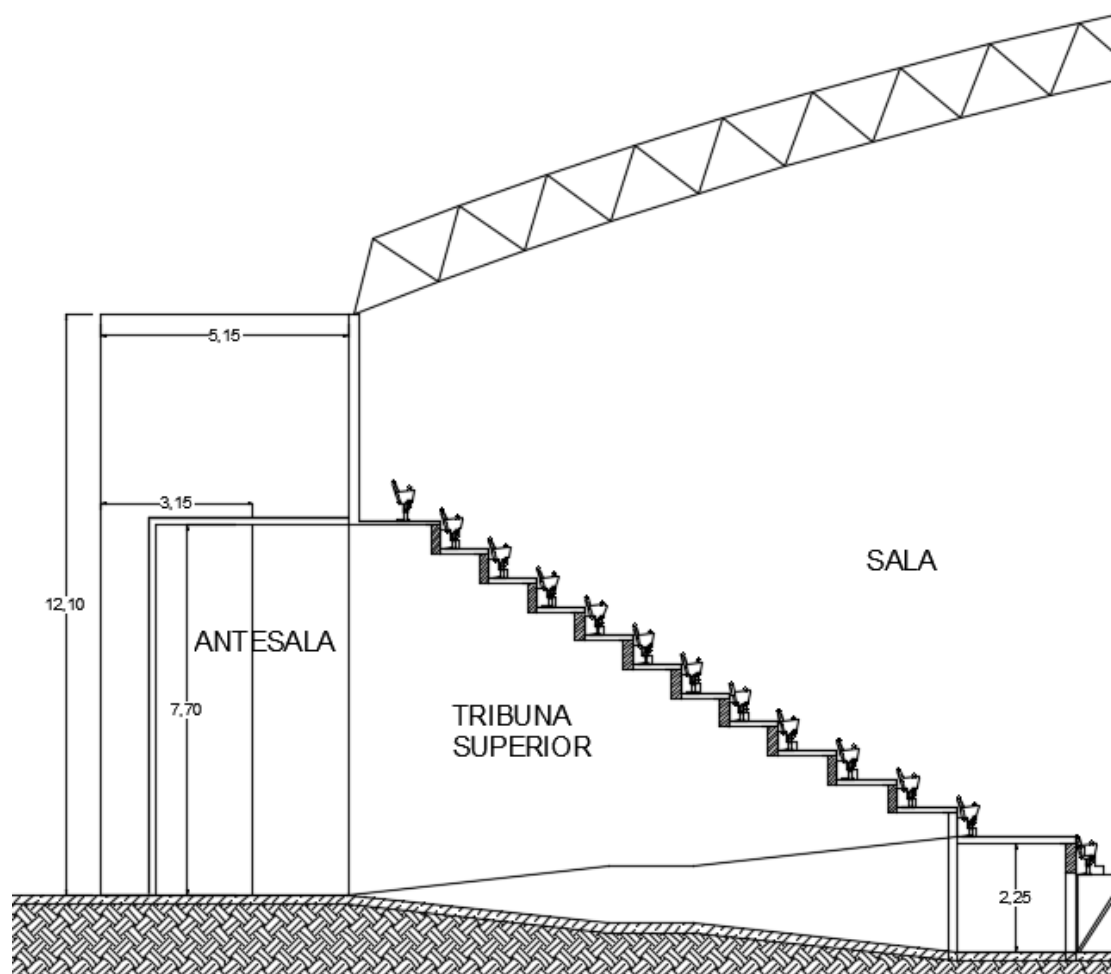


Figura VII-42. Dimensiones en vista de tabiques externos.

Empleando dichas dimensiones para obtener las armaduras mínimas:

Tabla VII-31. Armadura mínima de tabiques exteriores.

	TABIQUES			A_l [cm ²]		A_v [cm ²]	
	L [m]	b [m]	h [m]				
T1	5.15	0.20	12.10	48.40	2 ϕ 8 mm cada 25 cm	12.36	2 ϕ 6 mm cada 20 cm

Concluyendo con la estructura de hormigón.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 147 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

VIII FUNDACIONES

Toda estructura ha de apoyarse necesariamente en el terreno, que puede considerarse un material más de los que la conforman. Sin embargo, en comparación con el resto de los materiales estructurales, como el hormigón o el acero, el suelo es menos resistente y más deformable. Por consiguiente, no puede resistir las mismas tensiones y resulta preciso dotar a la estructura de unos apoyos o cimentaciones que repartan y transmitan al terreno unas presiones que sean compatibles con su resistencia y con su deformabilidad.

La forma y las dimensiones de esos apoyos son función de las cargas y de la naturaleza del terreno. Cuando éste lo permite, se suele acudir a cimentaciones directas, que reparten las cargas de la estructura en un plano de apoyo horizontal. En otras ocasiones el suelo no tiene la competencia suficiente, la resistencia o rigidez adecuadas para permitir el apoyo directo, y es necesario acudir a cimentaciones profundas que reparten la carga en un plano vertical.

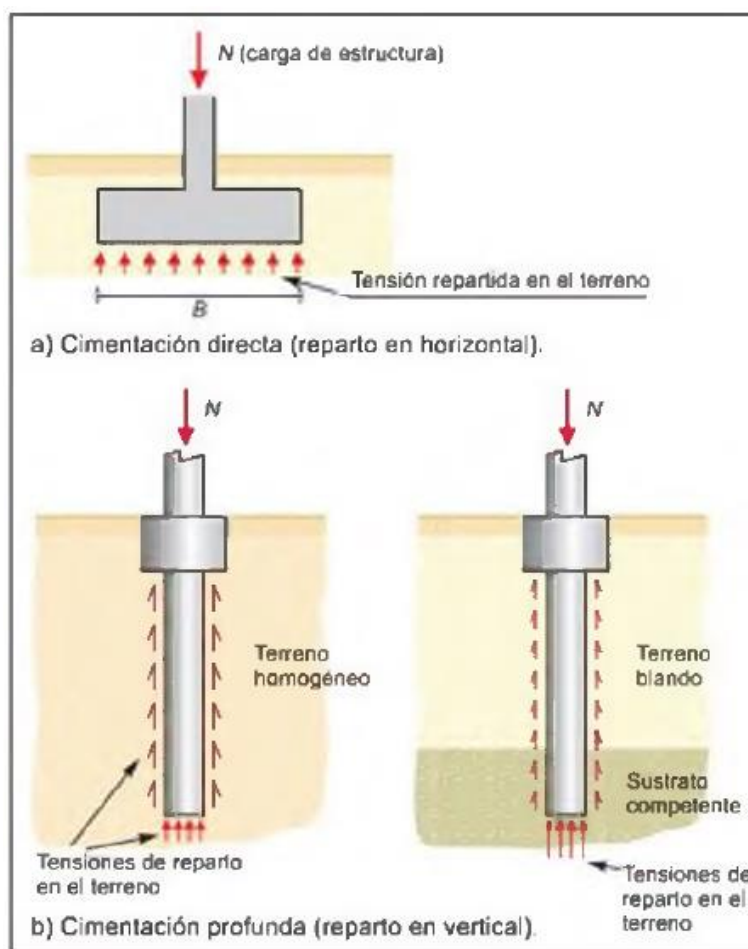


Figura VIII-1. Fundaciones superficiales y profundas.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Para que el diseño de una cimentación sea adecuado se requiere:

- Que sea estable, es decir, que el coeficiente de seguridad disponible sea adecuado.
- Que sus deformaciones sean admisibles, o que los movimientos causados por la deformación del terreno sometido a las tensiones transmitidas por la cimentación, sean tolerables por la estructura.
- Que no afecte a construcciones cercanas, en el sentido de que los efectos originados en el terreno por una cimentación no se hagan notar más allá de los límites estrictos de la estructura a construir.
- Que sea perdurable, o que las premisas anteriores se mantengan durante toda la vida útil de la estructura, lo que hace necesario considerar la posible evolución de las condiciones iniciales.

Los resultados obtenidos en el capítulo CÁLCULO ESTRUCTURAL permiten conocer los esfuerzos que el terreno debe soportar. Empleando tales resultados, en conjunto con un estudio de suelos realizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Córdoba es posible diseñar las fundaciones del polideportivo.

Dada la magnitud de la obra y el suelo disponible resulta impensable optar fundaciones superficiales, dadas las grandes cargas y la calidad de los primeros metros de profundidad del suelo. Dentro de las fundaciones profundas se dispone de gran variedad de técnicas de ejecución y de pilotes para realizar la fundación. Separando en dos grandes grupos se cuentan con:

- Pilotes prefabricados: piezas rectas disponibles en distintos materiales, madera, acero, hormigón armado y hormigón pretensado, que se introducen en el suelo mediante golpe o vibración hasta alcanzar la cota de fundación. Esta técnica genera grandes vibraciones en el terreno, dado que para hincar un pilote se requiere la caída libre de una maza de gran peso sobre el pilote repetidas veces, lo cual puede ser perjudicial para las fundaciones de estructuras vecinas o próximas además de molesto para los habitantes de dichas estructuras.
- Pilotes excavados y hormigonados in-situ: se ejecutan realizando una excavación del diámetro y longitud calculados en la cual se introduce la armadura de acero requerida para luego proceder al llenado del pozo con hormigón. Ésta técnica depende de las condiciones del terreno y del agua, si el suelo es lo suficientemente estable como para no desmoronarse hasta el llenado del pozo con hormigón no serán necesarios métodos costosos y complejos de entibación.

Se eligen entonces pilotes excavados in-situ, descartando los pilotes hincados principalmente por la proximidad del polideportivo a construcciones ya existentes de la Universidad.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 149 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

La carga que el pilote recibe en su cabeza se transmite al suelo por rozamiento lateral y por punta. Los pilotes de gran longitud suelen desarrollar resistencia al hundimiento mediante el mecanismo de rozamiento entre el fuste del pilote y el suelo, mientras que los pilotes cortos suelen desarrollar resistencia al hundimiento mediante el mecanismo de punta.

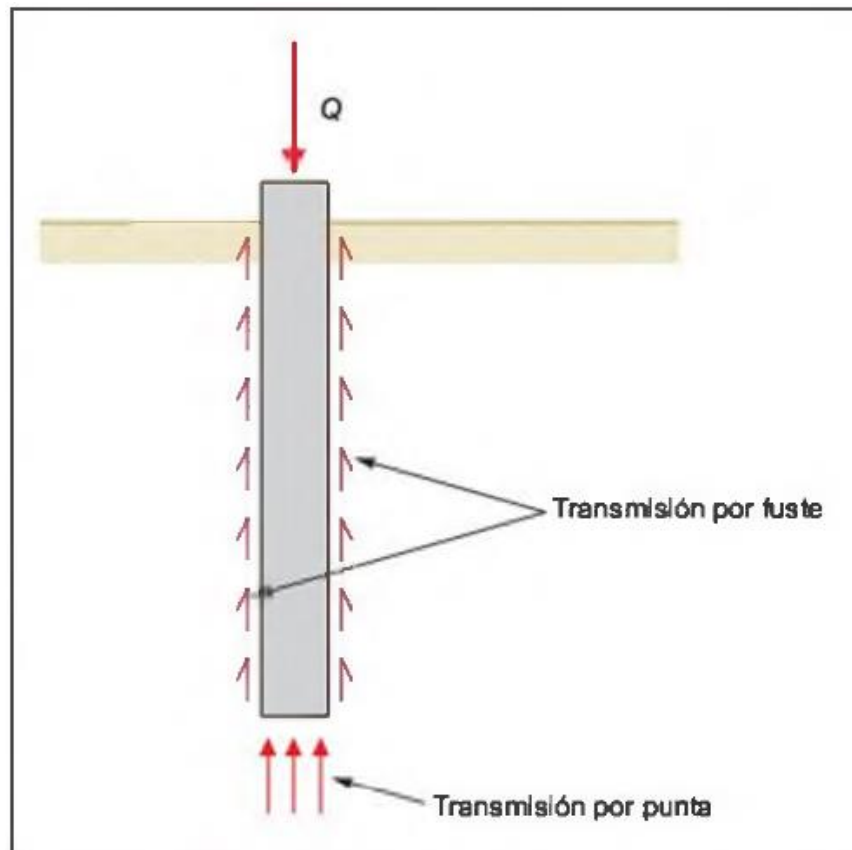


Figura VIII-2. Esquema de carga de un pilote.

De esta manera, la carga admisible Q_{adm} de un pilote se obtiene sumando las cargas de hundimiento de ambos mecanismos, dividido por coeficientes de seguridad:

$$Q_{adm} = \frac{Q_{punta}}{3 \text{ a } 4} + \frac{Q_{fuste}}{1,5 \text{ a } 2} \quad \text{Ec. 72}$$

Siendo:

- Q_{punta} es la carga que produciría hundimiento en el pilote debido al mecanismo de punta.
- Q_{fuste} es la carga que produciría hundimiento en el pilote debido al mecanismo de rozamiento.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 150 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Los divisores de la Ec. 72 son coeficientes de seguridad. Se adoptan diferentes valores para dichos coeficientes de seguridad para cada mecanismo de trabajo por las diferencias en la manera en que desarrollan resistencia. La resistencia del fuste se desarrolla rápida y casi linealmente con el asiento del elemento, y se la considera totalmente desarrollada para un asentamiento del orden de 0,5% del diámetro del pilote. La resistencia de punta prácticamente no actúa hasta alcanzar un asentamiento del orden del 10% al 20% del diámetro de la base. La curva carga-asentamiento es fuertemente no lineal.

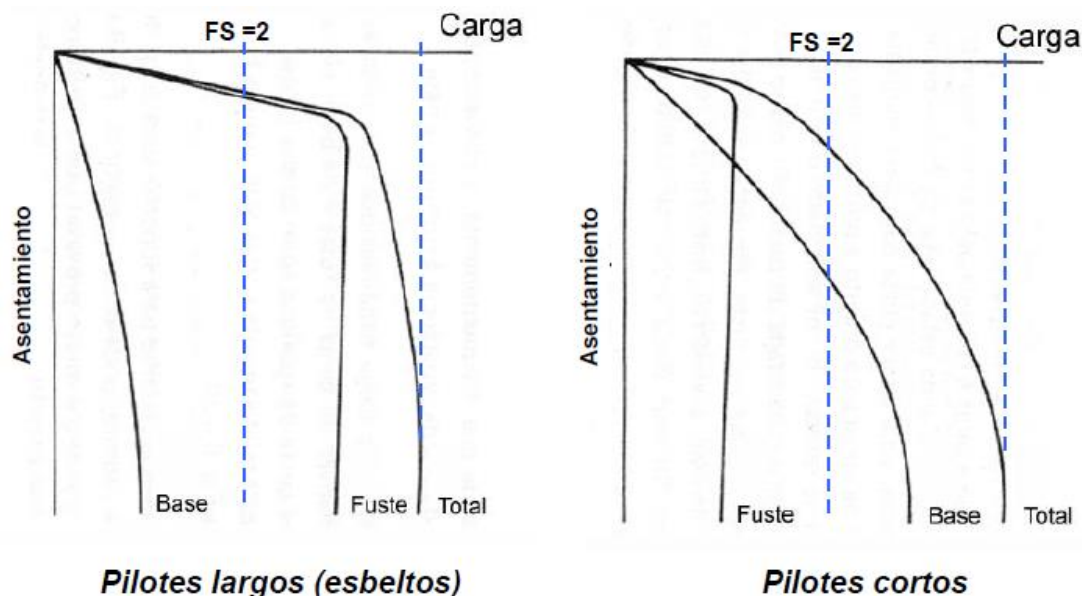


Figura VIII-3. Comparativa de carga entre pilotes largos y cortos.

La carga de hundimiento por punta Q_{punta} de un pilote es igual al área o sección transversal del pilote A_t multiplicada por la tensión unitaria en la base del pilote q'_p que produce la rotura. La expresión general de dicha presión unitaria es:

$$q'_p = c' \times N_{cp} + q'_0 \times N_{qp} + \frac{1}{2} \times D \times \gamma'' \times N_{\gamma p} 0,375 \times \beta_1 \quad \text{Ec. 73}$$

Donde:

- N_{cp} , N_{qp} y $N_{\gamma p}$ son los factores de capacidad de carga, que dependen exclusivamente del ángulo de rozamiento interno del suelo.
- c' es la cohesión efectiva del terreno.
- q'_0 es la tensión efectiva vertical debida a la sobrecarga de tierras al nivel de la punta del pilote.
- D es el diámetro del pilote.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 151 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- γ'' es el peso específico del suelo.

De modo similar, la carga de hundimiento por fuste Q_{fuste} de un pilote es el producto entre el área lateral del fuste y la tensión unitaria friccional q'_f :

$$q'_f = c'_a + \sigma''_h \times \tan \delta' \quad \text{Ec. 74}$$

Donde:

- σ''_h es la tensión efectiva horizontal.
- c'_a es la adherencia efectiva movilizable entre terreno y pilote.
- δ' es el ángulo de rozamiento terreno-pilote.

El estudio de suelos otorgado por la Facultad, ya especifica los valores de q'_p y q'_f , (llamados σ y τ respectivamente) por lo que sólo resta determinar la geometría de los pilotes. Para ello, es necesario conocer las cargas que va a resistir cada pilote, esto se obtiene mediante el modelado estructural en el programa RAM Advanse, con las cargas determinadas en el capítulo CÁLCULO ESTRUCTURAL.

La tensión admisible a compresión del suelo σ (utilizada para la descarga del pilote por punta) es igual a 100 kN/m² y la tensión admisible friccional τ (utilizada para la descarga del pilote por fricción del fuste) es igual a 20 kN/m².

VIII.1 CÁLCULO GEOMÉTRICO.

Los pilotes reciben cargas críticas (cargas que producen el hundimiento del pilote) de distinta magnitud, por lo cual, cada pilote debería tener una profundidad y un diámetro distinto en función de dicha carga crítica, algo muy complejo y poco práctico de lograr en obra. Es por esto que se eligieron cuatro diámetros distintos (60, 80 y 100 cm) para simplificar el cavado, control, armado y posterior llenado de los pilotes. Para ejemplificar el proceso de cálculo se adopta el pilote número 1 (P1) correspondiente al bloque 1.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 152 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

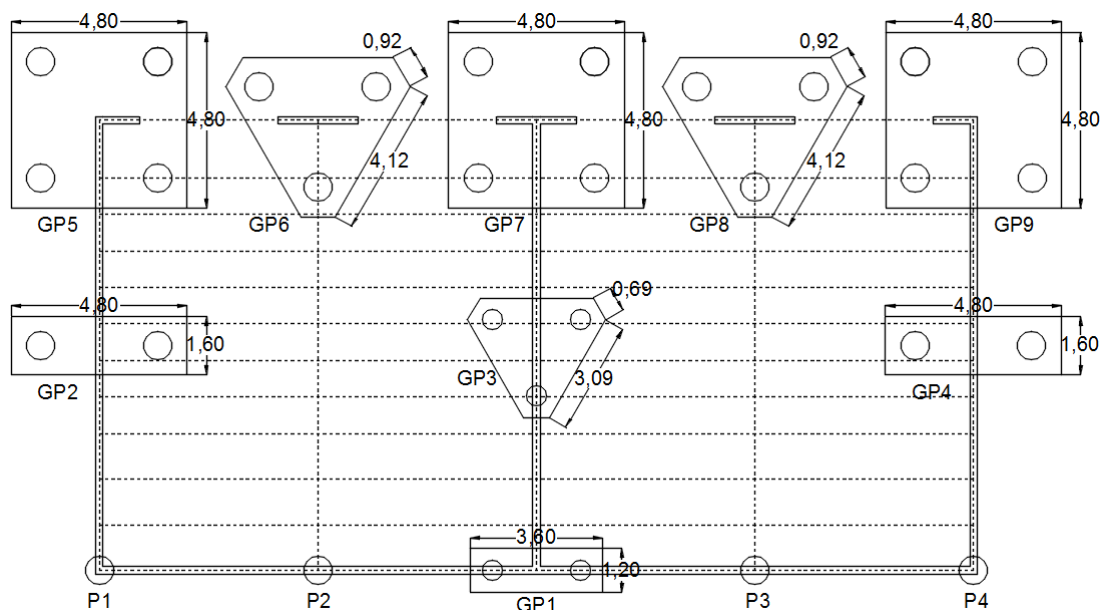


Figura VIII-4. Fundaciones del bloque 1.

Por el análisis estructural hecho en el programa RAM Advanse 9.5 se puede saber que la mayor carga que dicho pilote recibirá es de 750,98342 kN (se dejan todos los decimales obtenidos para mayor claridad en la resolución futura del ejemplo). Con dicha carga, se debe diseñar geométricamente al pilote, es decir, determinar su diámetro y su longitud. La variable con mayor preponderancia en esta etapa es el diámetro, ya que, si éste se modifica, tanto el perímetro como el área transversal del pilote se modificarán, alterando la resistencia a la fricción y la resistencia por punta respectivamente. En estos casos, conviene realizar un análisis de los costos de excavación, de armadura y de hormigón para varios diámetros de pilotes y así determinar la profundidad y el diámetro óptimos. Dado el nivel de anteproyecto de este Trabajo Final, se procede primeramente a fijar un diámetro y luego determinar una longitud de pilote necesaria.

Adoptando un diámetro d inicial de 0,80 m se tiene un área transversal de:

$$A_t = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad \text{Ec. 75}$$

$$A_t = \frac{\pi \times 0,80^2}{4} = 0,50 \text{ [m}^2\text{]}$$

Con la sección transversal se obtiene la resistencia por punta, realizando el producto entre dicha área y la resistencia admisible a la compresión del suelo σ :

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 153 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



$$R_p = A_t \times \sigma \quad \text{Ec. 76}$$

$$R_p = 0,50 \times 100.000 = 50.000,00 \text{ [N]}$$

El resto de la carga aplicada sobre el pilote P1 debe ser resistido por el fuste, el cual depende de su longitud l , dado que la resistencia por fuste del pilote es:

$$R_f = A_f \times \tau \quad \text{Ec. 77}$$

Siendo A_f el área del fuste:

$$A_f = \pi \times d \times l \quad \text{Ec. 78}$$

La resistencia por fuste necesaria debe ser:

$$R_f = 750.983,42 - 50.000,00 = 700.983,42 \text{ [N]}$$

Debe tenerse en cuenta el peso propio del pilote, P_D , adoptando la densidad del hormigón igual a 25 kN/m^3 , resulta en función de su longitud:

$$P_D = A_t \times l \times 25.000,00 \quad \text{Ec. 79}$$

$$P_D = 0,50 \times l \times 25.000,00$$

El peso propio del pilote debe sumarse a la carga aplicada para despejar el área del fuste de la Ec. 78:

$$A_f = \frac{R_f + P_D}{\tau} \quad \text{Ec. 80}$$

$$A_f = \frac{700.983,42 + 0,50 \times l \times 25.000,00}{20.000,00} = \frac{700.983,42 + 12.500,00 \times l}{20.000,00}$$

Reemplazando A_f en la Ec. 78 y despejando l :

$$\frac{700.983,42 + 12.500,00 \times l}{20.000,00} = \pi \times d \times l$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 154 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$l = \frac{700.983,42}{20.000,00 \times \pi \times d - 12.500,00} = 18,56 [m]$$

De esta forma queda determinada la geometría del pilote P1, con un diámetro de 0,80 m y una longitud adoptada de 19,00 m. Cabe aclarar que dicha longitud debe ser medida en profundidad desde la cota del estrato resistente, ya que, acorde al estudio de suelos, el resto de las capas de suelo no poseen una tensión friccional suficiente como para ser considerados.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 155 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

VIII.2 CÁLCULO ESTRUCTURAL.

Ahora se debe calcular la armadura longitudinal y transversal. En función de los materiales seleccionados para la construcción del pilote se determinan las resistencias β_r y β_s , donde el primero corresponde al hormigón y el segundo al acero. El hormigón adoptado para el llenado de los pilotes es un H-20, por lo tanto, la resistencia minorada β_r se adopta aproximadamente igual al 80% de la resistencia máxima, $\beta_r = 16$ MPa. El acero escogido es el ya utilizado ADN 420, cuya resistencia es $\beta_s = 420$ MPa. La armadura longitudinal del pilote se obtiene mediante la siguiente ecuación y no puede ser menor a 5 barras de \varnothing 12 mm:

$$A_l = 0,006 \times \frac{N \times v_1}{\beta_r} \quad \text{Ec. 81}$$

Siendo:

- N la carga crítica aplicada sobre el pilote más el peso propio del mismo, 989,74446 kN para este caso.
- v_1 es el coeficiente de seguridad adoptado para la resistencia por punta, oscila entre 3 y 4 (Ecuación 72).

Reemplazando en unidades compatibles:

$$A_l = 0,006 \times \frac{989.744,46 \times 3}{1600} = 11,13 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Para cubrir dicha cantidad de acero se disponen 10 barras de \varnothing 12 mm, sumando un área de acero de 11,31 cm². Para cálculo de la armadura transversal, zunchado o espiral, se utiliza la siguiente fórmula, no pudiendo ser menor a una barra de \varnothing 6 mm cada 20,00 cm:

$$A_{esp} = \frac{z \times v_2}{\beta_s} \quad \text{Ec. 82}$$

Donde:

- z es la tensión de tracción en la armadura de espiral.
- v_2 es el coeficiente de seguridad adoptado para la resistencia por punta, oscila entre 1,5 y 2 (Ecuación 72).

La tensión de tracción en el espiral se obtiene mediante la fórmula:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 156 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$z = \frac{N}{4} \times \left(1 - \frac{c}{\phi}\right)$$

Ec. 83

Siendo:

- c el espesor del tabique que apoya sobre el pilote.
- ϕ el diámetro del pilote.

Reemplazando en unidades compatibles:

$$z = \frac{989.744,46}{4} \times \left(1 - \frac{0,20}{0,80}\right) = 185.577,09 [N]$$

Y la armadura transversal finalmente resulta:

$$A_{esp} = \frac{185.577,09 \times 1,5}{42.000} = 6,63 [cm^2]$$

La separación de dichas barras se obtiene con:

$$S = \frac{\phi}{\frac{A_{esp}}{A_b} - 1}$$

Ec. 84

Siendo A_b el área transversal de la barra utilizada para el espiral o zunchado. Para una barra del ϕ 10 mm ($0,79 \text{ cm}^2$):

$$S = \frac{80,00}{\frac{6,63}{0,79} - 1} = 10,75 [cm]$$

De esta forma queda conformada la armadura en espiral, de ϕ 10 mm completando una espiral cada 10,00 cm.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 157 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

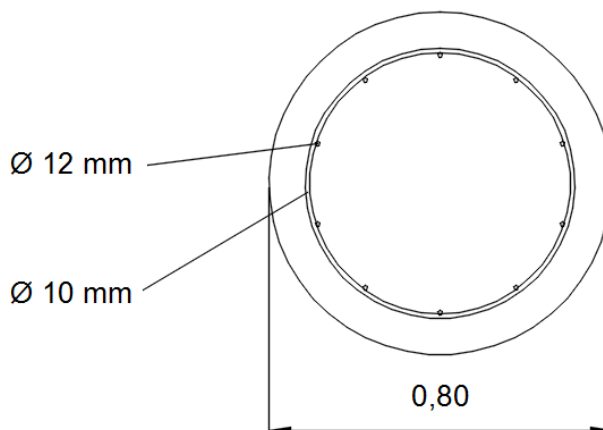


Figura VIII-5. Corte transversal del pilote P1.

VIII.3 GRUPO DE PILOTES

Acorde a los resultados del RAM Advanse, algunos pilotes deben soportar cargas muy elevadas como para ser resistidos por un solo pilote, ya que conduciría a diámetros y longitudes del pilote excesivos. Para estos casos, pueden emplearse grupos de pilotes, unidos por un cabezal rígido, donde se transmite la carga total de un pilar a un grupo de pilotes instalados con un espaciamiento seguro. Este método de fundación genera superposición entre los bulbos tensionales de los pilotes que conforman el grupo y genera mayores asentamientos comparados con los obtenidos por un solo elemento.

VIII.3.1 Cálculo de un grupo de pilotes.

Feld estima que la capacidad de carga última de un pilote dentro del grupo se reduce una décima sexta parte por cada pilote adyacente, es decir:

$$Q_{upg} = Q_{upa} \times \left(1 - \frac{n}{16}\right) \quad \text{Ec. 85}$$

Siendo:

- Q_{upg} la capacidad de un pilote dentro del grupo
- Q_{upa} la capacidad de un pilote aislado.
- n el número de pilotes adyacentes.

La capacidad de carga del grupo de pilotes será la suma de todas las resistencias de los pilotes que lo conforman. Tomando por ejemplo el grupo de pilotes 1 (GP1) del bloque 1 (Figura VII-15. Bloque de tribunas 1.Figura VIII-4). Según el análisis estructural del RAM Advanse, dicho grupo de pilotes deberá soportar una carga máxima de 890,75854 kN.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 158 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Formando, por ejemplo, un grupo de 2 pilotes de 60,00 cm de diámetro, la capacidad de carga de un solo pilote aislado de igual diámetro será la suma de la capacidad de carga por punta y la capacidad de carga por fuste:

$$Q_{upa} = R_p + R_f \quad \text{Ec. 86}$$

La capacidad de carga por fuste, como se analizó anteriormente, depende de la longitud de los pilotes, suponiendo una longitud unitaria para obtener la resistencia por fuste:

$$\frac{R_f}{m} = 20.000 \times \pi \times 0,60 - 0,28 \times 25.000 = 30.699,11 \left[\frac{N}{m} \right]$$

Donde el segundo término representa el peso propio del pilote por metro. La resistencia por punta es:

$$P_p = 0,28 \times 100.000 = 28.000,00 [N]$$

Por lo tanto, la Ecuación 85 resulta:

$$Q_{upg} = (28.000,00 + 30.699,11 \times l) \times \left(1 - \frac{n}{16}\right)$$

Pasando el factor de reducción $\left(1 - \frac{n}{16}\right)$ como divisor al primer miembro resulta:

$$\frac{Q_{upg}}{\left(1 - \frac{n}{16}\right)} = 28.000,00 + 30.699,11 \times l$$

Donde $n = 1$, ya que habrá un solo pilote adyacente. La carga $Q_{upg} = 890,75854 [kN]$ debe ser resistida por 2 pilotes con las capacidades de carga calculadas anteriormente, la longitud de cada pilote es entonces:

$$\frac{890.758,54}{\left(1 - \frac{n}{16}\right)} = 2 \times (28.000,00 + 30.699,11 \times l)$$

$$l = \frac{\frac{890.758,54}{2 \times \left(1 - \frac{n}{16}\right)} - 28.000,00}{30.699,11} = 14,56 m$$

Se adopta un grupo de 2 pilotes de $\varnothing 60$ cm y una longitud de 15 m. La armadura de cada pilote se calcula de igual forma que para un pilote aislado, pero con la mitad de la carga aplicada sobre el grupo de pilotes.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 159 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

VIII.3.2 Cálculo de cabezal de un grupo de pilotes.

Los cabezales o encepados sobre pilotes son piezas prismáticas de hormigón armado que transmiten y reparten la carga de los soportes o muros a los grupos de pilotes. Como en la actualidad se emplean generalmente pilotes de gran diámetro, por razones económicas, el número de pilotes por cada encepado no suele ser elevado.

La altura de los cabezales está dada en función de la distancia entre pilotes, de manera que se formen bielas de compresión inclinadas entre el elemento que transmite la carga (tabiques en este caso) y los pilotes. El alto del cabezal d se fija de modo que no se requiera armadura de corte, para ello puede aplicarse la siguiente fórmula válida para grupos de hasta 6 pilotes:

$$d = \frac{N_d}{500 \times b} - 0,14 \geq 0,34 \quad \text{Ec. 87}$$

Siendo:

- N_d la carga axil transmitida por el soporte, en kN.
- b el ancho del cabezal, en m.

Para el cabezal del grupo de pilotes 2:

$$d = \frac{890,76}{500 \times 1,20} - 0,14 = 1,35 \geq 0,34$$

Se adopta un $d = 1,40$ [m]. A esta altura se le debe agregar el recubrimiento de la armadura, oscilando entre 10 y 15 cm.

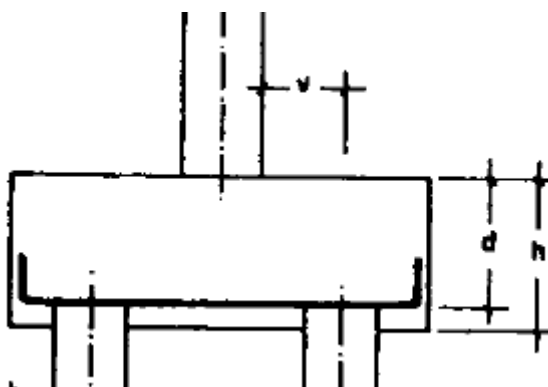


Figura VIII-6. Altura de un cabezal.

De esta forma, la altura h del cabezal será 1,50 m. Los cabezales rígidos (cabezales cuyo vuelo v es menor o igual al doble de la altura h) se calculan aplicando un modelo de bielas y

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 160 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

tirantes. Las componentes horizontales de las bielas de compresión deben absorberse mediante armadura principal o tensores. Tal armadura principal se dimensionará para resistir la tracción de cálculo T_d , obtenida por las siguientes ecuaciones, en función de la cantidad de pilotes que conformen el grupo:

I. Para grupos de 2 pilotes:

$$T_d = \frac{R_d \times (v + 0,25a_0)}{0,85 \times d} = A_s \times f_y \quad \text{Ec. 88}$$

Donde:

- R_d es la carga axial aplicada sobre el pilote más solicitado.
- v es la distancia entre el eje del tabique al pilote más alejado.
- a_0 es el ancho del tabique.

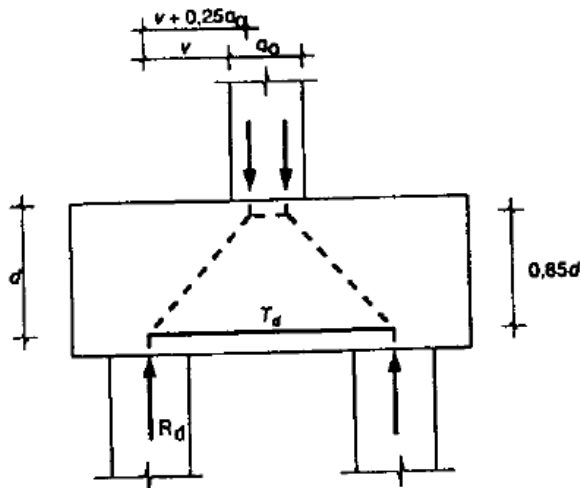


Figura VIII-7. Diagrama de cargas del cabezal de un grupo de dos pilotes.

II. Para grupos de 3 pilotes:

$$T_d = 0,68 \times \frac{R_d}{d} \times (0,58 \times l - 0,25 \times a_0) = A_s \times f_y \quad \text{Ec. 89}$$

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 161 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

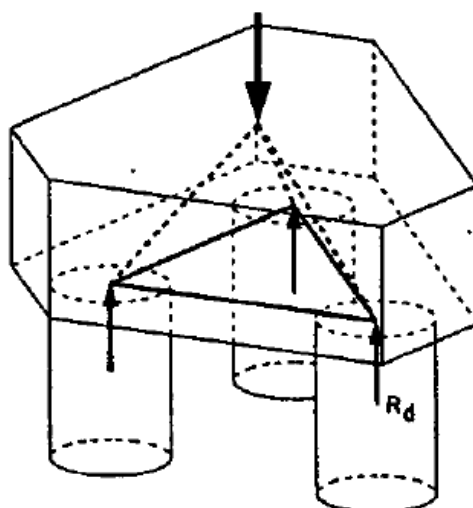


Figura VIII-8. Grupo de tres pilotes.

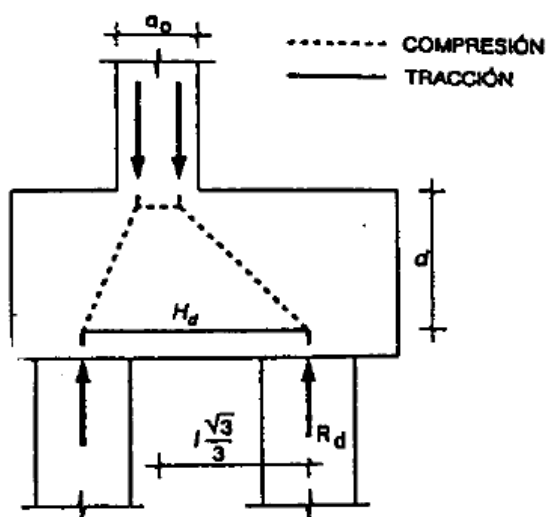


Figura VIII-9. Diagrama de cargas del cabezal de un grupo de tres pilotes.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 162 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

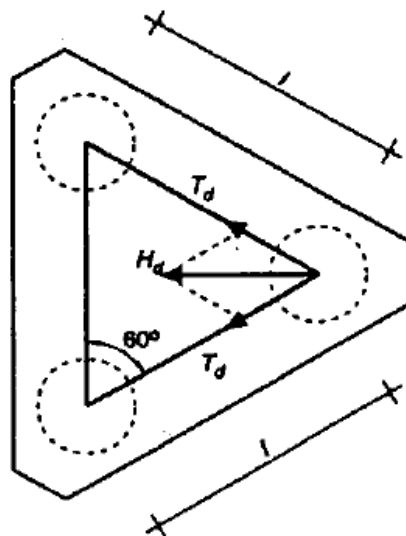


Figura VIII-10. Tensión de tracción T_d del cabezal de un grupo de tres pilotes.

III. Para grupos de 4 pilotes:

$$T_{1d} = \frac{R_d}{0,85 \times d} \times (0,50 \times l - 0,25 \times a_1) = A_{s1} \times f_y \quad \text{Ec. 90}$$

$$T_{2d} = \frac{R_d}{0,85 \times d} \times (0,50 \times l - 0,25 \times a_2) = A_{s2} \times f_y \quad \text{Ec. 91}$$

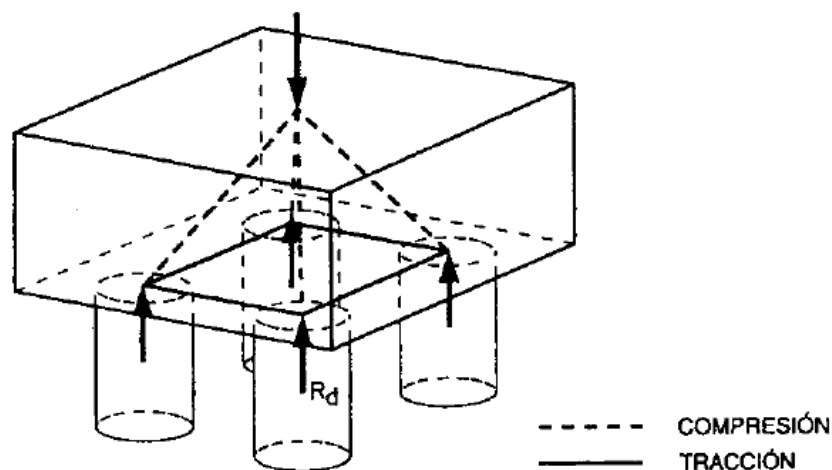


Figura VIII-11. Diagrama de cargas del cabezal de un grupo de cuatro pilotes.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 163 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

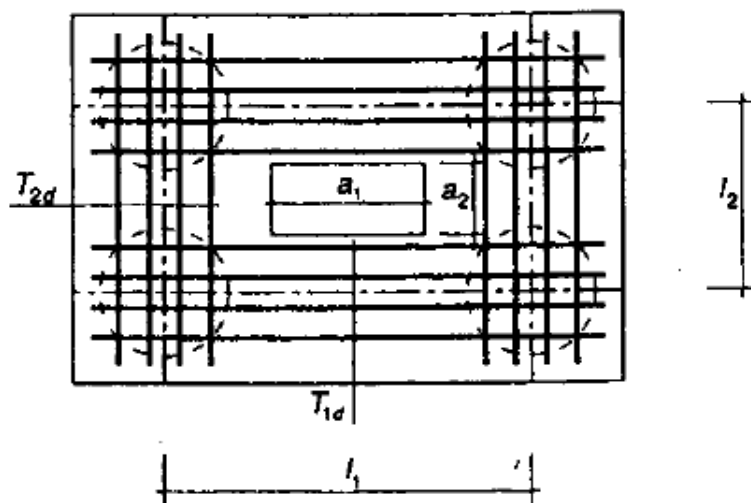


Figura VIII-12. Tensión de tracción T_d del cabezal de un grupo de cuatro pilotes.

Debe notarse la similitud entre las ecuaciones para cabezales de dos y cuatro pilotes, ya que el modo de análisis del cabezal de cuatro pilotes consiste en calcular la armadura necesaria a flexión primero de un par de pilotes en una dirección y luego en la otra. Reemplazando en la Ec. 88:

$$T_d = \frac{445.379,27 \times (1,10 + 0,25 \times 0,20)}{0,85 \times 1,40} = 430.408,54 \text{ [N]}$$

Para obtener la sección requerida:

$$A_s = \frac{T_d}{f_y} \quad \text{Ec. 92}$$

$$A_s = \frac{430.408,54}{42.000} = 10,25 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Para la sección de acero A_s se adoptan cinco barras del \emptyset 16 mm. La armadura principal del cabezal de dos pilotes se colocará en toda la longitud del cabezal, se anclará por prolongación recta, en ángulo recto o mediante barras transversales soldadas, a partir de planos verticales que pasen por el eje de cada pilote. La compresión vertical del pilote permite reducir hasta el 20% la longitud de anclaje requerida por cálculo. Para los cabezales de tres y cuatro pilotes, la armadura principal A_s debe disponerse en bandas, entendiendo por bandas una zona cuyo eje es la línea que une los centros de los pilotes y cuyo ancho es igual al diámetro del pilote más dos veces la distancia entre la cara superior del pilote y el centro de

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 164 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



gravedad de la armadura del tirante (ver Figura VIII-18). Tal armadura debe anclarse a partir de un plano vertical que pase por el eje de cada pilote.

Para los cabezales de dos pilotes la armadura secundaria consistirá en una armadura longitudinal A_l dispuesta en la cara superior del cabezal cuya capacidad mecánica debe ser al menos del 10% de la armadura principal y una armadura horizontal A_h y vertical A_v dispuesta en retícula en las caras laterales del cabezal, cuya cuantía geométrica debe ser al menos del 0,004. Para dicha cuantía geométrica se debe utilizar una sección cuyo ancho sea igual a la mitad del canto d cuando el ancho del encepado sea mayor a la mitad del canto. Dado que el cabezal cumple tal condición:

$$A_l = A_s \times 10\% \quad \text{Ec. 93}$$

$$A_h = 0,004 \times \frac{d}{2} \times d \quad \text{Ec. 94}$$

$$A_v = 0,004 \times \frac{d}{2} \times l \quad \text{Ec. 95}$$

Para el GP1:

$$A_l = 10,25 \times 10\% = 1,03 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$A_h = 0,004 \times \frac{140}{2} \times 140 = 39,20 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$A_v = 0,004 \times 70 \times 360 = 100,80 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Para A_l se adoptan barras de \varnothing 8 mm cada 20 cm, y para A_h y A_v se disponen barras de \varnothing 16 mm cada 13 cm. El cabezal de GP1 resulta entonces completamente calculado.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 165 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

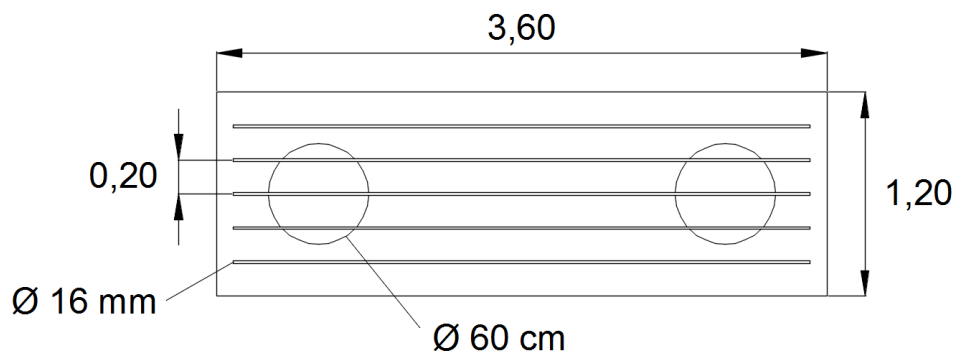


Figura VIII-13. Armadura principal inferior A_s del cabezal GP1.

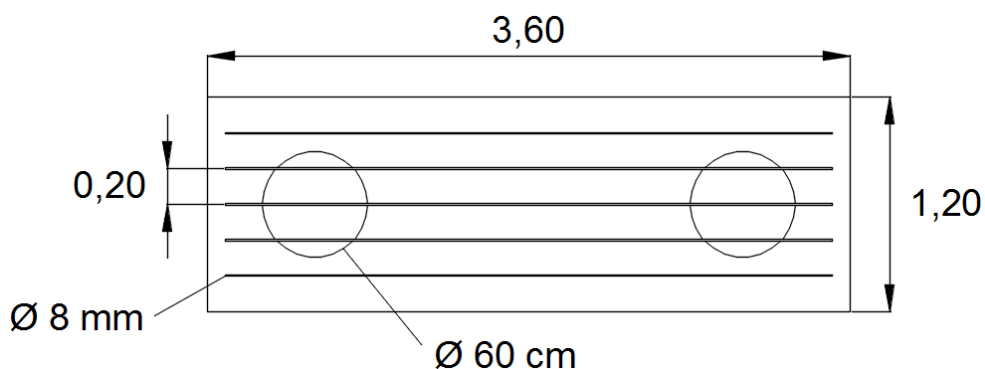


Figura VIII-14. Armadura secundaria superior A_t del cabezal GP1.

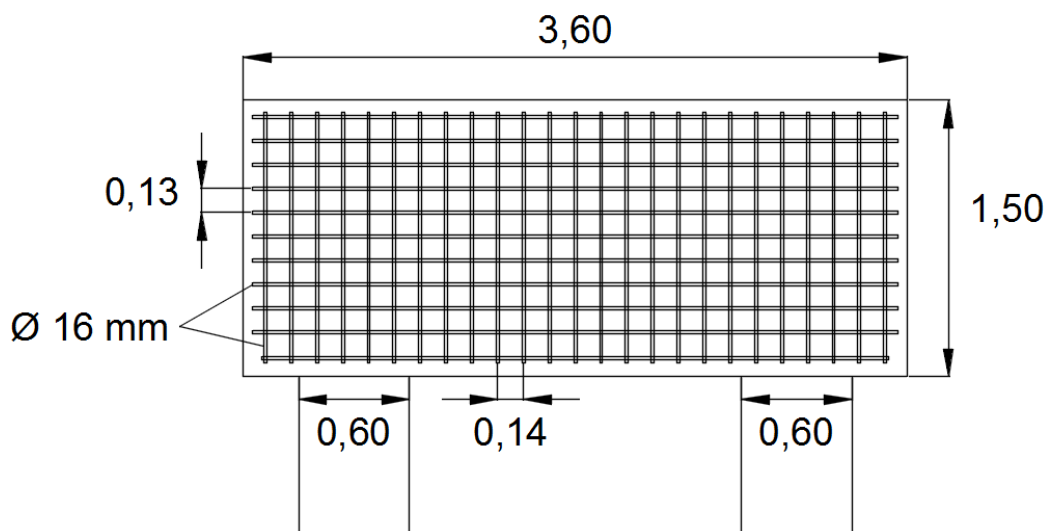


Figura VIII-15. Armadura secundaria A_h y A_v del cabezal GP1.

La armadura secundaria para grupos de tres y cuatro pilotes estará formada por una armadura horizontal A_t en retícula con una capacidad mecánica no menor a $\frac{1}{4}$ de la capacidad de la principal y una armadura vertical A_v formada por cercos o estribos atando la armadura principal igual a la dispuesta para grupos de dos pilotes.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 166 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

$$A_l = A_s \times 25\%$$

Ec. 96

$$A_v = 0,004 \times b \times h$$

Ec. 97

La disposición de todas las armaduras del cabezal de un grupo de 4 pilotes es:

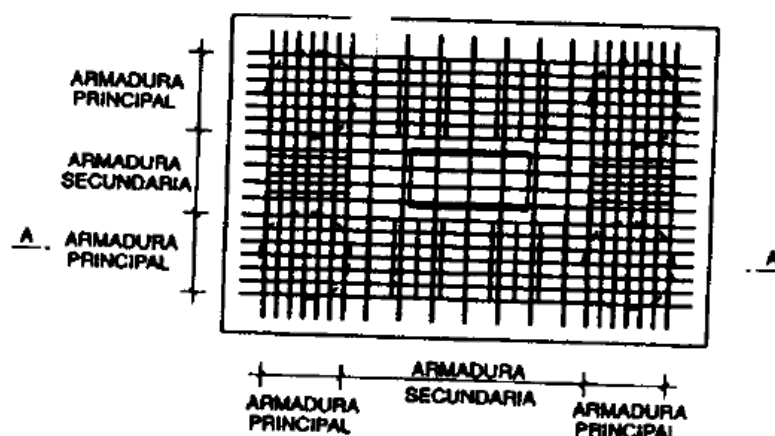


Figura VIII-16. Armaduras del cabezal de un grupo de cuatro pilotes.

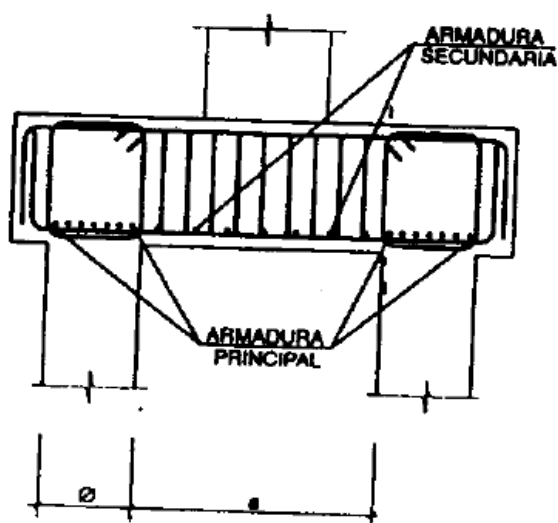


Figura VIII-17. Armaduras del cabezal de un grupo de tres y cuatro pilotes.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 167 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

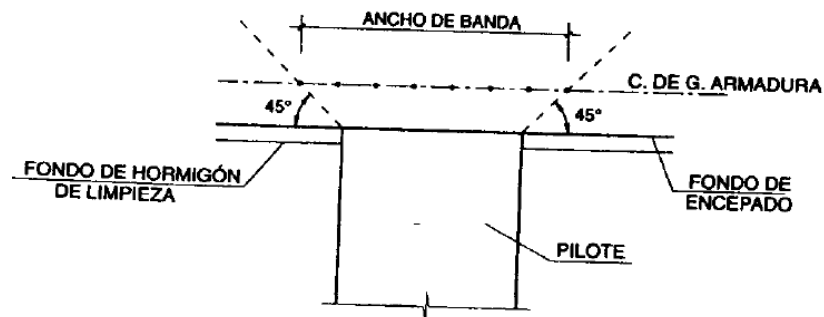


Figura VIII-18. Corte A-A del cabezal de un grupo de 4 pilotes.

Procediendo de esta manera para todos los pozos del polideportivo:

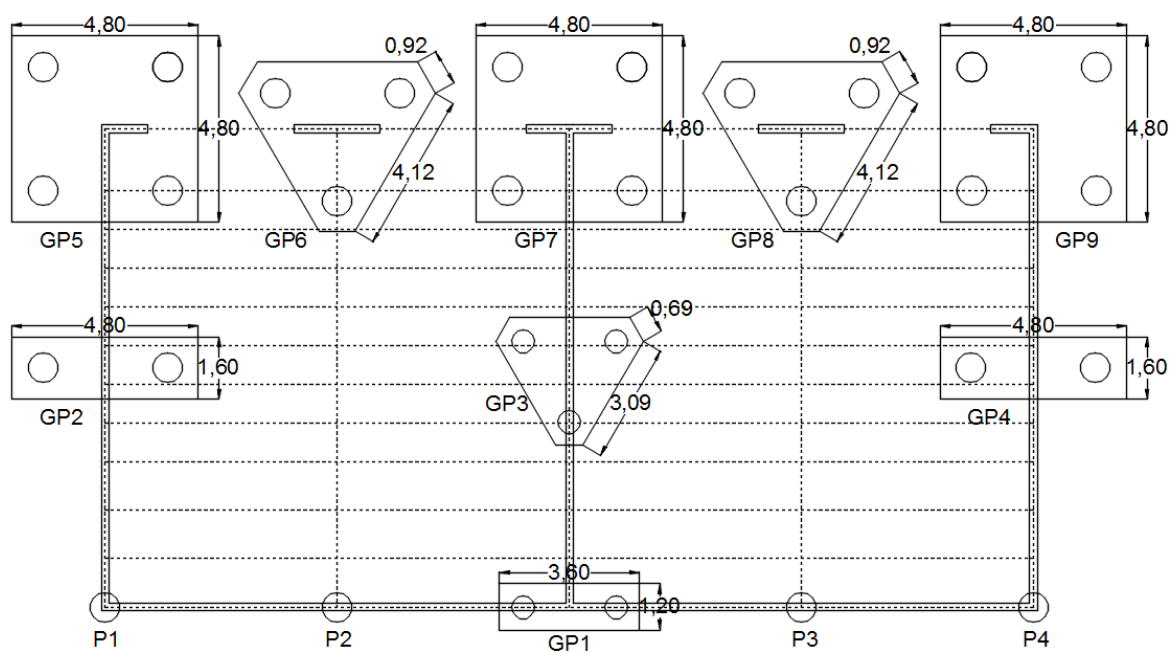


Figura VIII-19. Fundaciones del bloque 1.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 168 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

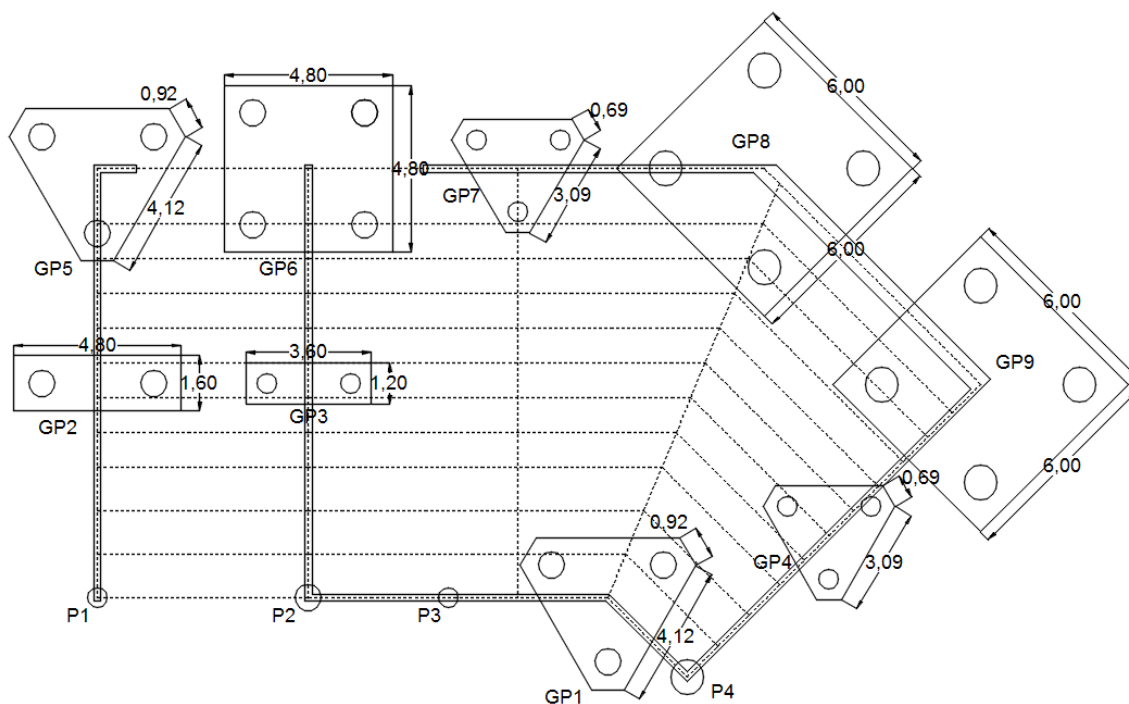


Figura VIII-20. Fundaciones del bloque 2.

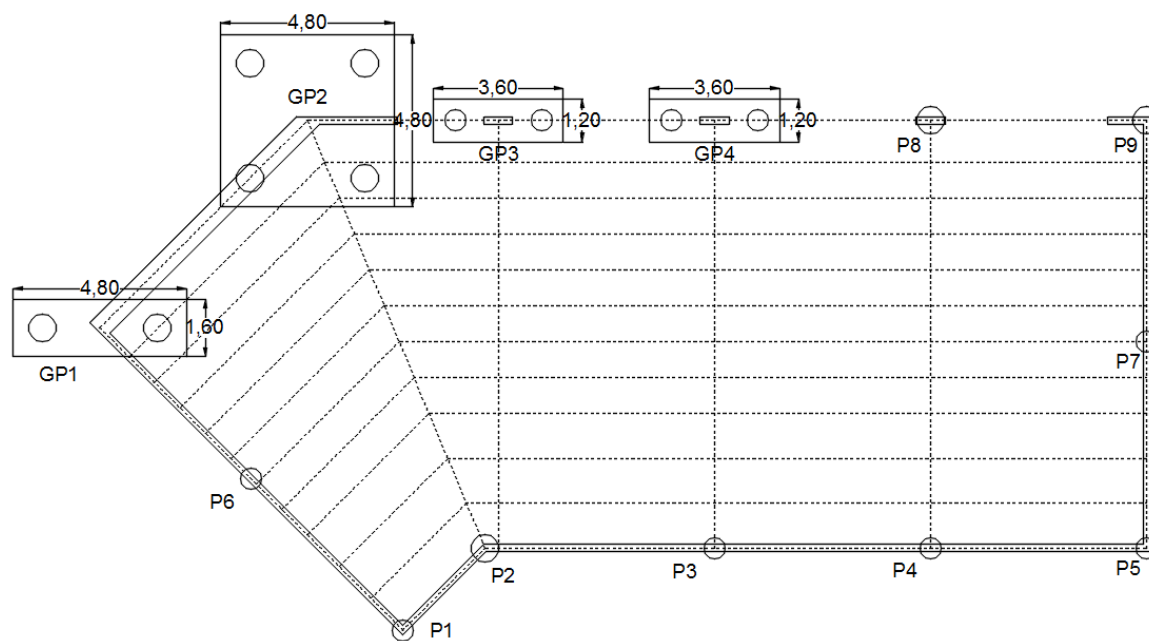


Figura VIII-21. Fundaciones del bloque 3.

El diseño geométrico de dichas fundaciones arrojó los siguientes resultados:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 169 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla VIII-1. Diseño geométrico de las fundaciones del bloque 1.

	Q [kN]	N° de pilotes	ø [m]	A _f [m ² /m]	A _t [m ²]	P _D [kN/m]	L _{nec} [m]	L _{adop} [m]	R _p [kN]	R _f [kN]
P1	750.98	1	0.80	2.51	0.50	12.57	18.59	19.00	50.27	716.28
P2	812.69	1	0.80	2.51	0.50	12.57	20.22	21.00	50.27	791.68
GP1	890.76	2	0.60	1.88	0.28	7.07	15.05	16.00	53.01	904.78
P3	815.46	1	0.80	2.51	0.50	12.57	20.30	21.00	50.27	791.68
P4	750.99	1	0.80	2.51	0.50	12.57	18.59	19.00	50.27	716.28
GP2	1432.97	2	0.80	2.51	0.50	12.57	19.61	20.00	94.25	1382.30
GP3	1531.85	3	0.60	1.88	0.28	7.07	18.74	19.00	74.22	1477.33
GP4	1433.32	2	0.80	2.51	0.50	12.57	19.61	20.00	94.25	1382.30
GP5	2387.88	4	0.80	2.51	0.50	12.57	19.16	20.00	163.36	2261.95
GP6	1992.45	3	0.80	2.51	0.50	12.57	19.69	20.00	131.95	1884.96
GP7	2472.61	4	0.80	2.51	0.50	12.57	19.85	20.00	163.36	2261.95
GP8	1996.88	3	0.80	2.51	0.50	12.57	19.73	20.00	131.95	1884.96
GP9	2488.17	4	0.80	2.51	0.50	12.57	19.97	20.00	163.36	2261.95

Tabla VIII-2. Diseño geométrico de las fundaciones del bloque 2.

	Q [kN]	N° de pilotes	ø [m]	A _f [m ² /m]	A _t [m ²]	P _D [kN/m]	L _{nec} [m]	L _{adop} [m]	R _p [kN]	R _f [kN]
P1	344.71	1	0.60	1.88	0.28	7.07	10.33	11.00	28.27	336.94
P2	699.28	1	0.80	2.51	0.50	12.57	17.22	18.00	50.27	678.58
P3	580.88	1	0.60	1.88	0.28	7.07	18.04	19.00	28.27	581.98
GP1	1968.77	3	0.80	2.51	0.50	12.57	19.45	20.00	131.95	1884.96
P4	961.68	1	1.00	3.14	0.79	19.63	20.44	21.00	78.54	907.13
GP2	1446.83	2	0.80	2.51	0.50	12.57	19.80	20.00	94.25	1382.30
GP3	1083.96	2	0.60	1.88	0.28	7.07	18.41	19.00	53.01	1074.42
GP4	1676.87	3	0.60	1.88	0.28	7.07	20.55	21.00	74.22	1632.84
GP5	2005.69	3	0.80	2.51	0.50	12.57	19.82	20.00	131.95	1884.96
GP6	2361.78	4	0.80	2.51	0.50	12.57	18.94	19.00	163.36	2148.85
GP7	1673.91	3	0.60	1.88	0.28	7.07	20.51	21.00	74.22	1632.84
GP8	3573.52	4	1.00	3.14	0.79	19.63	25.00	25.00	255.25	3141.59
GP9	3552.76	4	1.00	3.14	0.79	19.63	24.85	25.00	255.25	3141.59

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 170 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Tabla VIII-3. Diseño geométrico de las fundaciones del bloque 3.

	Q [kN]	N° de pilotes	ϕ [m]	A_f [m ² /m]	A_t [m ²]	P_D [kN/m]	L_{nec} [m]	L_{adop} [m]	R_p [kN]	R_f [kN]
P1	158.01	1	0.60	1.88	0.28	7.07	4.24	5.00	28.27	153.15
P2	838.61	1	0.80	2.51	0.50	12.57	20.91	21.00	50.27	791.68
P3	600.29	1	0.60	1.88	0.28	7.07	18.67	19.00	28.27	581.98
P4	494.46	1	0.60	1.88	0.28	7.07	15.22	16.00	28.27	490.09
P5	230.42	1	0.60	1.88	0.28	7.07	6.60	7.00	28.27	214.41
P6	519.08	1	0.60	1.88	0.28	7.07	16.02	17.00	28.27	520.72
P7	520.23	1	0.60	1.88	0.28	7.07	16.06	17.00	28.27	520.72
GP1	1258.17	2	0.80	2.51	0.50	12.57	17.13	18.00	94.25	1244.07
GP2	3034.91	4	1.00	3.14	0.79	19.63	21.16	22.00	255.25	2764.60
GP3	1119.35	2	0.60	1.88	0.28	7.07	19.03	20.00	53.01	1130.97
GP4	917.97	2	0.60	1.88	0.28	7.07	15.52	16.00	53.01	904.78
P8	755.72	1	0.80	2.51	0.50	12.57	18.71	19.00	50.27	716.28
P9	812.24	1	0.80	2.51	0.50	12.57	20.21	21.00	50.27	791.68

El cálculo estructural de tales fundaciones arroja los siguientes resultados:

Tabla VIII-4. Armadura de los pilotes del bloque 1.

	A_l [cm ²]	A_{ladop}	z [kN]	A_{esp} [cm ²]	S [cm]	S_{adop} [cm]	d_b [cm]
P1	11.13	10 ϕ 12 mm	185.58	6.63	10.75	10.00	1.00
P2	12.11	6 ϕ 16 mm	201.86	7.21	9.78	9.00	1.00
GP1	11.29	10 ϕ 12 mm	93.08	3.32	10.69	10.00	0.80
P3	12.14	6 ϕ 16 mm	202.38	7.23	9.75	9.00	1.00
P4	11.13	10 ϕ 12 mm	185.58	6.63	10.75	10.00	1.00
GP2	18.95	6 ϕ 20 mm	181.46	6.48	11.03	11.00	1.00
GP3	18.74	6 ϕ 20 mm	107.49	3.84	9.04	9.00	0.80
GP4	18.95	6 ϕ 20 mm	181.50	6.48	11.03	11.00	1.00
GP5	29.69	10 ϕ 20 mm	159.06	5.68	12.84	12.00	1.00
GP6	25.24	8 ϕ 20 mm	171.65	6.13	11.76	11.00	1.00
GP7	30.64	10 ϕ 20 mm	163.03	5.82	12.47	12.00	1.00
GP8	25.29	8 ϕ 20 mm	171.93	6.14	11.73	11.00	1.00
GP9	30.82	10 ϕ 20 mm	163.76	5.85	12.41	12.00	1.00

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 171 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Tabla VIII-5. Armadura de los pilotes del bloque 2.

	A_l [cm ²]	A_{ladop}	z [kN]	A_{esp} [cm ²]	S [cm]	S_{adop} [cm]	d_b [cm]
P1	4.75	10 \emptyset 12 mm	70.41	2.51	14.99	15.00	0.80
P2	10.41	6 \emptyset 16 mm	173.53	6.20	11.61	11.00	1.00
P3	8.05	10 \emptyset 12 mm	119.20	4.26	13.57	13.00	1.00
GP1	24.98	6 \emptyset 16 mm	170.17	6.08	11.87	11.00	1.00
P4	15.46	10 \emptyset 12 mm	274.80	9.81	8.70	8.00	1.00
GP2	19.10	6 \emptyset 20 mm	182.76	6.53	10.94	10.00	1.00
GP3	13.71	6 \emptyset 20 mm	112.71	4.03	8.56	8.00	0.80
GP4	20.53	6 \emptyset 20 mm	117.90	4.21	13.76	13.00	1.00
GP5	25.39	10 \emptyset 20 mm	172.48	6.16	11.69	11.00	1.00
GP6	29.26	8 \emptyset 20 mm	155.48	5.55	13.18	13.00	1.00
GP7	20.50	10 \emptyset 20 mm	117.74	4.20	13.78	13.00	1.00
GP8	45.72	8 \emptyset 20 mm	276.85	9.89	8.63	8.00	1.00
GP9	45.49	10 \emptyset 20 mm	275.81	9.85	8.66	8.00	1.00

Tabla VIII-6. Armadura de los pilotes del bloque 3.

	A_l [cm ²]	A_{ladop}	z [kN]	A_{esp} [cm ²]	S [cm]	S_{adop} [cm]	d_b [cm]
P1	2.18	10 \emptyset 12 mm	32.23	1.15	46.52	20.00	0.80
P2	12.40	6 \emptyset 16 mm	206.72	7.38	9.52	9.00	1.00
P3	8.26	10 \emptyset 12 mm	122.43	4.37	13.14	13.00	1.00
P4	6.84	6 \emptyset 16 mm	101.26	3.62	9.69	9.00	0.80
P5	3.15	10 \emptyset 12 mm	46.65	1.67	25.92	20.00	0.80
P6	7.19	6 \emptyset 20 mm	106.54	3.81	15.61	15.00	1.00
P7	7.20	6 \emptyset 20 mm	106.73	3.81	9.11	9.00	0.80
GP1	16.70	6 \emptyset 20 mm	160.36	5.73	12.71	12.00	1.00
GP2	39.00	10 \emptyset 20 mm	238.14	8.50	10.17	10.00	1.00
GP3	14.18	8 \emptyset 20 mm	116.84	4.17	13.91	13.00	1.00
GP4	11.60	10 \emptyset 20 mm	95.35	3.41	10.39	10.00	0.80
P8	11.19	8 \emptyset 20 mm	186.46	6.66	10.70	10.00	1.00
P9	12.11	10 \emptyset 20 mm	201.77	7.21	9.79	9.00	1.00

Y el cálculo de los cabezales arrojó los siguientes resultados:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 172 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla VIII-7. Diseño y cálculo de los cabezales del bloque 1.

	L [m]	b [m]	d [m]	d _{adopt} [m]	Td [kN]	A _s [cm ²]	A _{sadopt}	A _l [cm ²]	A _{ladopt}	A _h [cm ²]	A _{hadopt}	A _v [cm ²]	A _{vadopt}
P1	1.00	1.00	1.36	1.40	0.00	0.00		0.00		39.20	5 ø 16 mm	28.00	7 ø 16 mm
P2	1.00	1.00	1.49	1.50	0.00	0.00		0.00		45.00	7 ø 20 mm	30.00	5 ø 20 mm
GP1	3.60	1.20	1.34	1.40	430.41	10.25	5 ø 16 mm	1.02	ø 8 mm c/ 20 cm	39.20	5 ø 16 mm	100.80	25 ø 16 mm
P3	1.00	1.00	1.49	1.50	0.00	0.00		0.00		45.00	7 ø 20 mm	30.00	5 ø 20 mm
P4	1.00	1.00	1.36	1.40	0.00	0.00		0.00		39.20	5 ø 16 mm	28.00	7 ø 16 mm
GP2	4.80	1.60	1.65	1.70	768.55	18.30	6 ø 20 mm	1.83	ø 8 mm c/ 20 cm	57.80	9 ø 20 mm	163.20	40 ø 16 mm
GP3	2.40	2.40	1.14	1.20	388.31	9.25	5 ø 16 mm	0.92	ø 8 mm c/ 20 cm	28.80	7 ø 16 mm	57.60	9 ø 20 mm
GP4	4.80	1.60	1.65	1.70	768.74	18.30	6 ø 20 mm	1.83	ø 8 mm c/ 20 cm	57.80	9 ø 20 mm	163.20	40 ø 16 mm
GP5	4.80	4.80	0.85	1.70	640.35	15.25	5 ø 20 mm	1.52	ø 8 mm c/ 20 cm	57.80	9 ø 20 mm	163.20	40 ø 16 mm
GP6	3.20	3.20	1.11	1.30	627.41	14.94	5 ø 20 mm	1.49	ø 8 mm c/ 20 cm	33.80	8 ø 16 mm	83.20	21 ø 16 mm
GP7	4.80	4.80	0.89	1.70	663.07	15.79	5 ø 20 mm	1.58	ø 8 mm c/ 20 cm	57.80	9 ø 20 mm	163.20	40 ø 16 mm
GP8	3.20	3.20	1.11	1.30	628.80	14.97	5 ø 20 mm	1.50	ø 8 mm c/ 20 cm	33.80	8 ø 16 mm	83.20	21 ø 16 mm
GP9	4.80	4.80	0.90	1.70	667.24	15.89	5 ø 20 mm	1.59	ø 8 mm c/ 20 cm	57.80	9 ø 20 mm	163.20	40 ø 16 mm

Tabla VIII-8. Diseño y cálculo de los cabezales del bloque 2.

	L [m]	b [m]	d [m]	d _{adopt} [m]	Td [kN]	A _s [cm ²]	A _{sadopt}	A _l [cm ²]	A _{ladopt}	A _h [cm ²]	A _{hadopt}	A _v [cm ²]	A _{vadopt}
P1	1.00	1.00	0.55	0.60						7.20	5 ø 10 mm	12.00	6 ø 8 mm
P2	1.00	1.00	1.26	1.30						33.80	6 ø 20 mm	26.00	4 ø 20 mm
P3	1.00	1.00	1.02	1.10						24.20	6 ø 16 mm	22.00	4 ø 16 mm
GP1	3.20	3.20	1.09	1.10	732.67	17.44	6 ø 20 mm	1.74	ø 8 mm c/ 20 cm	24.20	6 ø 16 mm	70.40	11 ø 20 mm
P4	1.00	1.00	1.78	1.80						64.80	10 ø 20 mm	36.00	6 ø 20 mm
GP2	4.80	1.60	1.67	1.70	775.98	18.48	6 ø 20 mm	1.85	ø 8 mm c/ 20 cm	57.80	9 ø 20 mm	163.20	40 ø 16 mm
GP3	3.60	1.20	1.67	1.70	431.33	10.27	5 ø 16 mm	1.03	ø 8 mm c/ 20 cm	57.80	9 ø 20 mm	122.40	20 ø 20 mm
GP4	2.40	2.40	1.26	1.30	392.37	9.34	5 ø 16 mm	0.93	ø 8 mm c/ 20 cm	33.80	6 ø 20 mm	62.40	10 ø 20 mm
GP5	3.20	3.20	1.11	1.50	547.37	13.03	4 ø 20 mm	1.30	ø 8 mm c/ 20 cm	45.00	7 ø 20 mm	96.00	24 ø 16 mm
GP6	4.80	4.80	0.84	1.50	717.79	17.09	6 ø 20 mm	1.71	ø 8 mm c/ 20 cm	45.00	7 ø 20 mm	144.00	22 ø 20 mm
GP7	2.40	2.40	1.25	1.30	391.68	9.33	5 ø 16 mm	0.93	ø 8 mm c/ 20 cm	33.80	6 ø 20 mm	62.40	10 ø 20 mm
GP8	6.00	6.00	1.05	2.00	1024.76	24.40	8 ø 20 mm	2.44	ø 8 mm c/ 20 cm	80.00	13 ø 20 mm	240.00	38 ø 20 mm
GP9	6.00	6.00	1.04	2.00	1018.81	24.26	8 ø 20 mm	2.43	ø 8 mm c/ 20 cm	80.00	13 ø 20 mm	240.00	38 ø 20 mm

Tabla VIII-9. Diseño y cálculo de los cabezales del bloque 3.

	L [m]	b [m]	d [m]	d _{adopt} [m]	Td [kN]	A _s [cm ²]	A _{sadopt}	A _l [cm ²]	A _{ladopt}	A _h [cm ²]	A _{hadopt}	A _v [cm ²]	A _{vadopt}
P1	0.80	0.80	0.26	0.50						5.00	5 ø 8 mm	8.00	8 ø 10 mm
P2	1.00	1.00	1.54	1.60						51.20	8 ø 20 mm	32.00	5 ø 20 mm
P3	0.80	0.80	1.36	1.40						39.20	10 ø 16 mm	22.40	4 ø 20 mm
P4	0.80	0.80	1.10	1.10						24.20	6 ø 16 mm	17.60	4 ø 16 mm
P5	0.80	0.80	0.44	0.50						5.00	5 ø 8 mm	8.00	8 ø 10 mm
P6	0.80	0.80	1.16	1.20						28.80	5 ø 20 mm	19.20	5 ø 16 mm
P7	0.80	0.80	1.16	1.20						28.80	5 ø 20 mm	19.20	5 ø 16 mm
GP1	4.80	1.60	1.43	1.50	764.77	18.21	9 ø 16 mm	1.82	ø 8 mm c/ 20 cm	45.00	7 ø 20 mm	144.00	22 ø 20 mm
GP2	4.80	4.80	1.12	1.50	803.36	19.13	10 ø 16 mm	1.91	ø 8 mm c/ 20 cm	45.00	7 ø 20 mm	144.00	22 ø 20 mm
GP3	3.60	1.20	1.73	1.80	420.67	10.02	5 ø 16 mm	1.00	ø 8 mm c/ 20 cm	64.80	16 ø 16 mm	129.60	21 ø 20 mm
GP4	3.60	1.20	1.39	1.40	443.56	10.56	5 ø 16 mm	1.06	ø 8 mm c/ 20 cm	39.20	10 ø 16 mm	100.80	16 ø 20 mm
P8	1.00	1.00	1.37	1.40						39.20	10 ø 16 mm	28.00	5 ø 20 mm
P9	1.00	1.00	1.48	1.50						45.00	7 ø 20 mm	30.00	5 ø 20 mm

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 173 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

IX VERIFICACIÓN SÍSMICA

El sismo es un fenómeno de sacudida brusca y pasajera de la corteza terrestre, producida por la liberación de energía acumulada en forma de ondas. Los más comunes se producen por la actividad de fallas geológicas. También pueden ocurrir por otras causas como, por ejemplo, fricción en el borde de placas tectónicas, procesos volcánicos, impactos de asteroides o cometas, o incluso pueden ser producidas por el ser humano al realizar pruebas de detonaciones nucleares subterráneas.

El punto de origen de un terremoto se denomina foco o hipocentro y es un punto interior de la Tierra. El epicentro es el punto en la superficie de la Tierra que se encuentra sobre la proyección vertical del hipocentro o foco.

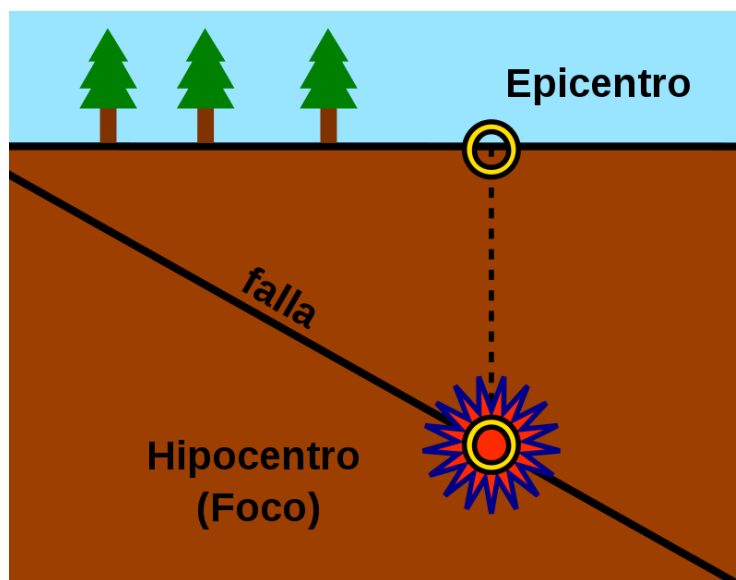


Figura IX-1. Esquema de foco y epicentro.

El movimiento sísmico se propaga mediante ondas elásticas (similares a las del sonido) a partir del hipocentro. Las ondas sísmicas son de tres tipos principales:

- Ondas longitudinales, primarias o **P**. Ondas de cuerpo que se propagan a velocidades de 8 a 13 km/s en el mismo sentido que la vibración de las partículas. Circulan por el interior de la Tierra, donde atraviesan líquidos y sólidos. Son las primeras que registran los aparatos de medición o sismógrafos. De ahí su nombre **P**.
- Ondas transversales, secundarias o **S**. Son ondas de cuerpo más lentas que las anteriores (entre 4 y 8 km/s). Se propagan perpendicularmente en el sentido de vibración de las partículas. Atraviesan únicamente sólidos.
- Ondas superficiales. Son las más lentas: 3,5 km/s. Resultan de interacción de las ondas **P** y **S** a lo largo de la superficie terrestre. Son las que causan más daños. Se

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 174 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



propagan a partir del epicentro. Son similares a las ondas (olas) que se forman sobre la superficie del mar. En los sismógrafos se registran en último lugar.

Dependiendo de su intensidad y origen, un terremoto puede causar desplazamientos de la corteza terrestre, corrimientos de tierras, maremotos o actividad volcánica. Para medir la energía liberada por un terremoto se emplean diversas escalas, entre ellas, la escala de Richter es la más conocida, también conocida como escala de magnitud local (ML), es una escala logarítmica arbitraria en la que se asigna un número para cuantificar el efecto de un terremoto.

El reglamento CIRSOC 103 (REGLAMENTO ARGENTINO PARA CONSTRUCCIONES SISMORRESISTENTES) establece los requisitos básicos a cumplir en el diseño, cálculo, ejecución, reparación y refuerzo de las construcciones y de sus partes componentes con el objeto de considerar en ellas el efecto sísmico. Las acciones sísmicas de diseño, procedimientos de análisis estructural, requisitos de resistencia, rigidez y estabilidad, disposiciones constructivas y previsiones generales se establecen con el propósito principal de evitar colapso total o parcial de la construcción y pérdidas de vida. No se establece como objetivo limitar los daños ni mantener las funciones de las construcciones luego de la ocurrencia de un terremoto. Se aplica a todas las construcciones nuevas que se ejecuten dentro del territorio de la República Argentina. Además, se aplica a la rehabilitación de las construcciones existentes y a la reparación de construcciones que resultaran dañadas por la acción de los sismos.

Los métodos de análisis para determinar los efectos de las excitaciones sísmicas, son los siguientes:

A. Procedimientos con fuerzas estáticas equivalentes:

- Método Estático.
- Procedimientos aproximados.

B. Métodos dinámicos:

- Análisis Modal Espectral.
- Superposición Modal Paso a Paso.
- Integración Directa Paso a Paso.

El método estático difiere de los métodos dinámicos en que suministra valores de los cortantes de piso sin necesidad de recurrir a una evaluación detallada de las propiedades dinámicas de la estructura de la edificación. La acción sísmica se considera equivalente a la acción de un sistema de fuerzas, paralelo a la dirección analizada y aplicada en los centros de las masas que conforman el modelo estructural.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 175 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Primeramente, se debe determinar el corte basal V_o , el cual se obtiene mediante:

$$V_o = C \times W \quad \text{Ec. 98}$$

Donde:

- C es el coeficiente sísmico de diseño, depende del espectro vibratorio de diseño, del factor de riesgo γ_r , del factor de reducción global R , del período fundamental de vibración de la estructura T , del período característico del espectro T_2 y de la zona sísmica en la que se encuentre la construcción.
- W es el peso total de la construcción.

El coeficiente sísmico de diseño C puede obtenerse mediante el uso de una tabla realizada en Office Excel provista por la cátedra, la cual genera un espectro vibratorio y los coeficientes sísmicos de diseño, a partir del tipo de suelo, del factor de riesgo γ_r , la ductilidad de la estructura (representada por μ), y la zona sísmica de la construcción.

El estudio de suelos realizado por la Facultad de Ingeniería arrojó un tipo de suelo que encuadra con el suelo tipo III de la tabla 3 del reglamento CIRSOC 103. El factor de riesgo γ_r para el polideportivo es igual a 1,3, de acuerdo a la tabla 5.2 del reglamento por corresponder a una construcción del grupo A. De acuerdo al capítulo 8 de dicha norma, la ductilidad de la estructura μ puede asumirse igual a 4, ya que la estructura está formada por tabiques de hormigón sismorresistentes de hormigón armado asociados entre sí por vigas que permitan su funcionamiento en conjunto. Por último, debe obtenerse la zona sísmica. El territorio nacional se divide en cinco zonas sísmicas, dichas zonas pueden verse en la Tabla 2.1 del reglamento CIRSOC 103, adjuntada a continuación:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 176 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

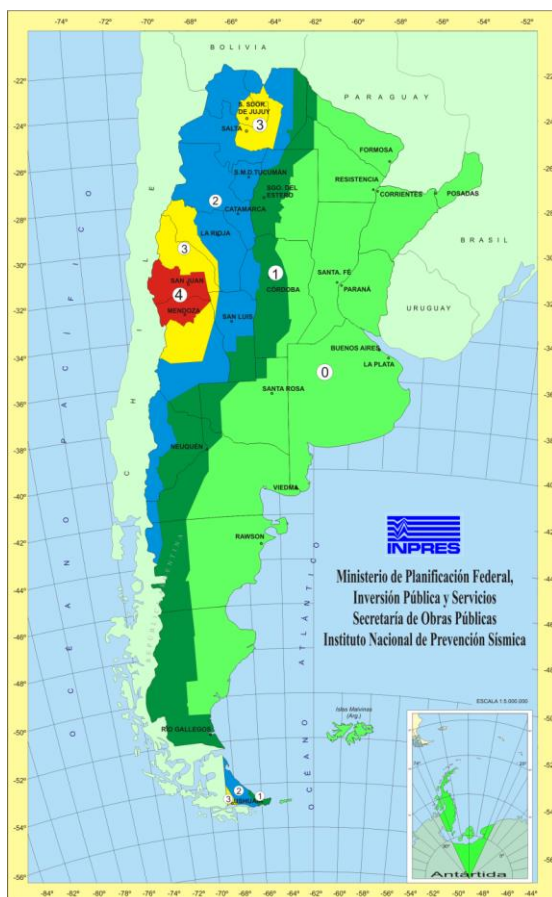


Figura IX-2. Zonificación sísmica del territorio nacional.

La peligrosidad sísmica de cada zona puede verse en la Tabla IX-1, adjuntada a continuación:

Tabla IX-1. Peligrosidad sísmica según la zona.

ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA*		
ZONA	PELIGROSIDAD SÍSMICA	ACELERACIÓN MÁXIMA DEL SUELO
0	MUY REDUCIDA	0,04 g
1	REDUCIDA	0,10 g
2	MODERADA	0,18 g
3	ELEVADA	0,25 g
4	MUY ELEVADA	0,35 g

La provincia de Córdoba está comprendida en la zona 0 al este, 1 en la zona central y 2 al noroeste. Para el polideportivo ubicado en la Capital Provincial se adopta una zona sísmica de categoría 1, apropiada a la zona central de la provincia.

Con los datos anteriores se obtiene el espectro sísmico siguiente:

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
<p>Página 177 de 182</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

Tabla IX-2. Espectro de diseño.

T	Sa	R	C.Sísmico
0.00	0.10	1.0	0.130
0.13	0.17	2.0	0.108
0.27	0.23	3.0	0.101
0.4	0.3	4	0.098
0.6	0.3	4	0.098
0.8	0.3	4	0.098
1	0.3	4	0.098
1.2	0.3	4	0.098
1.31	0.28	4	0.092
1.42	0.27	4	0.087
1.53	0.26	4	0.083
1.64	0.24	4	0.079
1.75	0.23	4	0.076
1.85	0.22	4	0.073
1.96	0.22	4	0.070
2.07	0.21	4	0.068
2.18	0.20	4	0.065
2.29	0.19	4	0.063
2.4	0.19	4	0.061

El coeficiente sísmico adoptado debe corresponderse con la pseudoaceleración máxima, la cual ocurre en el denominado “plafón”:

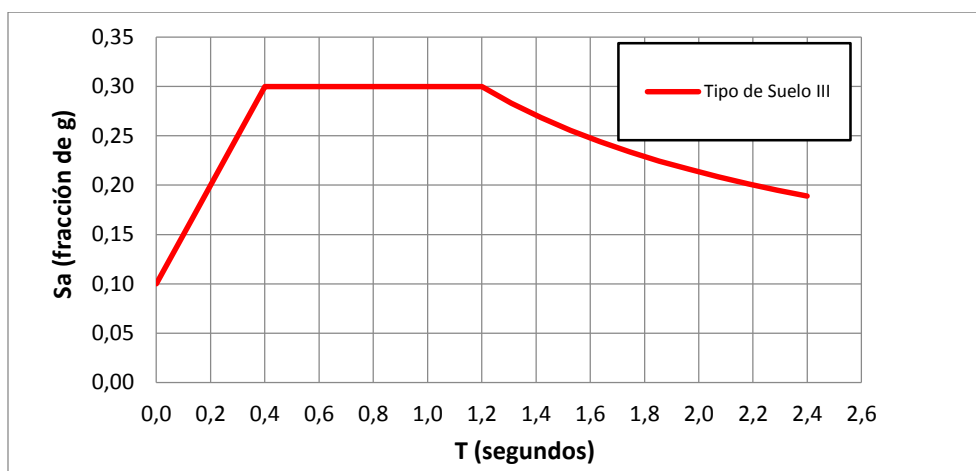


Figura IX-3. Aceleración de la estructura en función del período de oscilación

Puede verse que la máxima aceleración (y, por lo tanto, las máximas fuerzas) se produce para períodos entre los 0,40 y 1,20 segundos. El coeficiente sísmico de diseño para tales períodos es igual a 0,098.

Con el peso W_i de cada bloque se puede obtener el corte basal V_o :

$$V_{oi} = 0,098 \times W_i$$

Ec. 99

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 178 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



El peso de los bloques se obtiene del programa RAM Advanse 9.5, siendo el peso del bloque 1 de 1.996,92 T, el peso del bloque 2 de 1.839,92 T y el peso del bloque 3 de 1.238,45 T. Reemplazando:

$$V_{o1} = 0,098 \times 1.996,92 = 195,70 \text{ T}$$

$$V_{o2} = 0,098 \times 1.839,92 = 180,31 \text{ T}$$

$$V_{o3} = 0,098 \times 1.238,45 = 121,37 \text{ T}$$

Debe verificarse que el corte estático V_{oe} (siendo éste, el 85% del corte basal V_o) sea menor que la fuerza sísmica resultante en cada bloque:

$$0,85 \times V_{o1} = 0,85 \times 0,098 \times 1.996,92 = 166,34 \text{ T}$$

$$0,85 \times V_{o2} = 0,85 \times 0,098 \times 1.839,92 = 153,27 \text{ T}$$

$$0,85 \times V_{o3} = 0,85 \times 0,098 \times 1.238,45 = 103,16 \text{ T}$$

El corte basal obtenido por el análisis dinámico V_{od} surge del análisis del software RAM Advanse y es, para cada bloque:

$$V_{od1} = 242,05 \text{ T}$$

$$V_{od2} = 328,05 \text{ T}$$

$$V_{od3} = 103,47 \text{ T}$$

Verificando tal condición.

De esta forma, toda la estructura se encuentra diseñada, analizada y calculada dentro de los límites fijados a nivel de anteproyecto, respetando las normativas vigentes y los procedimientos aprendidos durante el cursado de la carrera.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 179 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



X CONCLUSIONES

El desarrollo de este Trabajo Final permite comprender el proceso que debe realizarse para lograr una armonía entre el rol social, el diseño arquitectónico y el cálculo estructural de una construcción. Dicho proceso es iterativo, donde a medida que se avanza en el desarrollo del diseño y del cálculo se plantean nuevos desafíos que se resuelven muchas veces en etapas anteriores del proyecto. Éstos, y otros tantos aspectos importantes en el desarrollo de una construcción de esta envergadura, guardan una estrecha relación, por lo que cada etapa del desarrollo debe ser resuelta interdisciplinariamente.

El presente Trabajo Final requirió de una gran cantidad de conocimientos adquiridos durante la carrera, vinculando conceptos de distintas materias, completando el proceso formativo iniciado en esta Facultad. Pero dado el nivel de anteproyecto de este Trabajo Final, hay temas que no se abordaron con la profundidad merecida (aclarados durante el desarrollo del presente Trabajo) y otros tantos no llegaron a recibir mención alguna. Es en éste espacio donde se debe aclarar que tales temas no se abordaron porque escapan a los límites del presente Trabajo y no por ser carentes de importancia. Tales temas tienen que ver con el impacto ambiental que esta construcción tendría, las instalaciones que requerirá para dar un servicio óptimo y seguro y un análisis de costo entre otros. El anteproyecto del polideportivo sienta las bases para continuar el desarrollo necesario hasta conseguir un proyecto ejecutivo si fuera la voluntad de la Universidad.

Fue imprescindible el uso de las herramientas informáticas Microsoft Office Excel y Word para los cálculos matemáticos, confección de tablas y cuadros y la siguiente redacción del Trabajo respectivamente, AutoCAD 2016 para el diseño arquitectónico y la elaboración de diagramas y esquemas que ilustren los conceptos presentados y RAM Advanse 9.5 para el modelado y el análisis de la estructura. El uso de estas herramientas otorgó un mejor entendimiento de las mismas y la incorporación de funciones no utilizadas anteriormente.

Las normas adoptadas fueron las de aplicación en el territorio donde se emplaza la obra. Para el diseño arquitectónico se respetaron Ordenanzas Edilicias Municipales y Leyes Nacionales referidas a la inclusión social, y para el cálculo estructural se respetaron los reglamentos provistos por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). El material de apoyo empleado fue bibliografía utilizada durante el cursado de la carrera, y la inestimable experiencia de los profesores que aportaron sus conocimientos al desarrollo de este proyecto. El desarrollo de este Trabajo Final, con todas las cualidades que ello requiere, la investigación y el procesamiento del material de apoyo, refuerza una poderosa herramienta, el aprendizaje.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 180 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Por último, se considera que se han alcanzado los objetivos generales y particulares fijados al comienzo del presente Trabajo Final, como así también se han cumplido objetivos personales, referidos en el párrafo anterior.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01
Página 181 de 182			
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XI BIBLIOGRAFÍA

CIRSOC 101 (2005), "Reglamento Argentino de Cargas Permanentes y Sobrecargas Mínimas de Diseño para Edificios y otras Estructuras". 34p. Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Buenos Aires, Argentina.

CIRSOC 102 (2005), "Reglamento Argentino de Acción del Viento Sobre las Construcciones". 34p. Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Buenos Aires, Argentina.

INPRES-CIRSOC 103 (2018), "Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes". 106p. Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Buenos Aires, Argentina.

INPRES-CIRSOC 103 (1991), "Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes". 111p. Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Buenos Aires, Argentina.

CIRSOC 201 (2005), "Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón". 482p. Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Buenos Aires, Argentina.

CIRSOC 301 (2012), "Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios". 234p. Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Buenos Aires, Argentina.

CIRSOC 302 (2012), "Reglamento Argentino de Elementos Estructurales de Tubos de Acero para Edificios". 88p. Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Buenos Aires, Argentina.

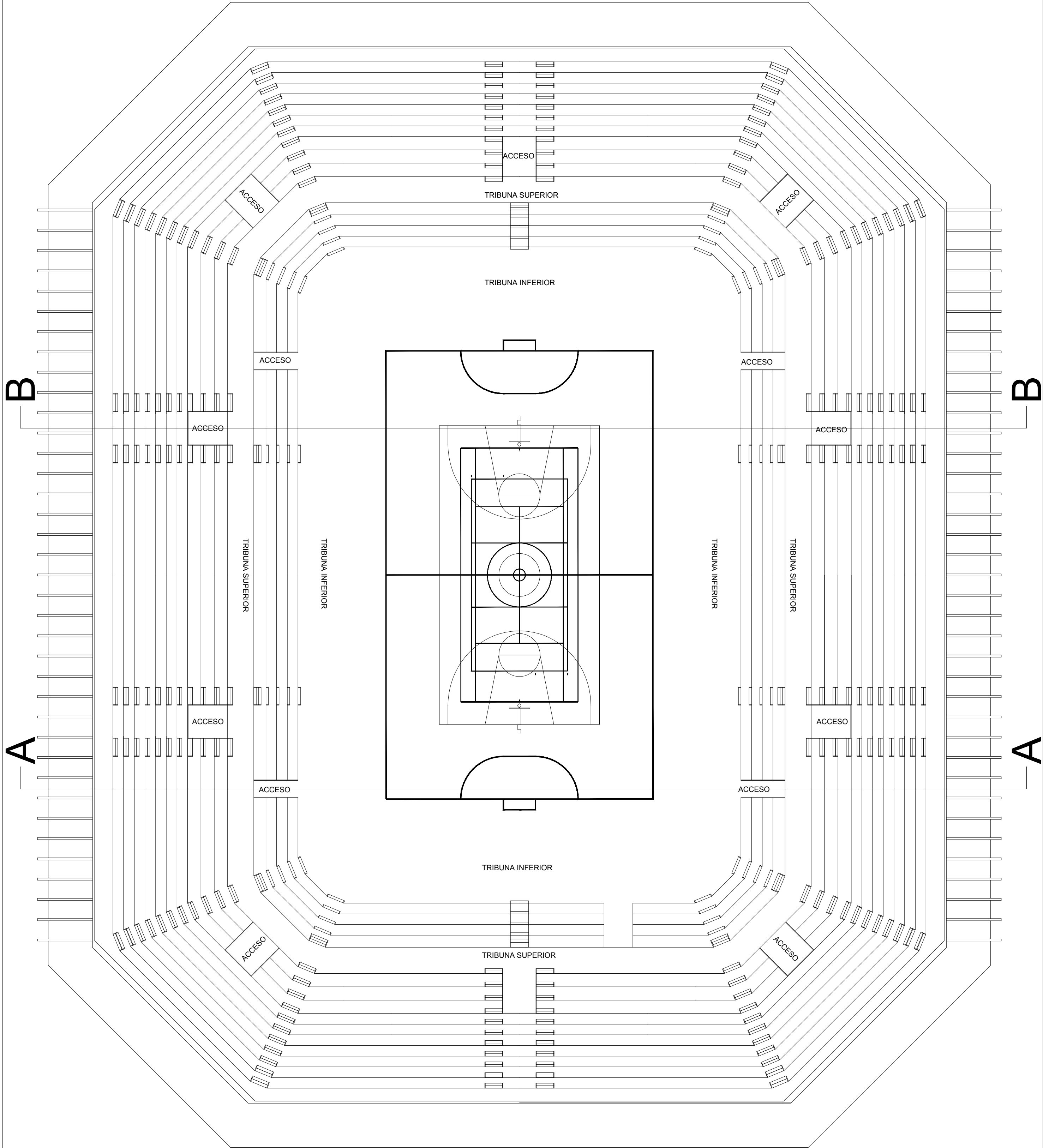
TROGLIA, GABRIEL R. (2007), "Estructuras Metálicas – Proyecto por Estados Límites". 402p. Editorial Universitas Libros, Córdoba, Argentina.

PARK, R. Y PAULAY, T. (1983), "Estructuras de Concreto Reforzado". 796p. Editorial Limusa S.A., México.

MONTOYA, J. (2000), "Hormigón Armado". 845p. Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona, España.

Elaboró:	Boggio, Lucas Antonio	Código:	TFB - 2016	
Revisó:	Fontana - Ganancias	Emisión:	04 de Diciembre de 2019	
Autorizó:	Fontana - Ganancias	Revisión:	01	Página 182 de 182
DOCUMENTO CONTROLADO CATEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				

ANEXO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

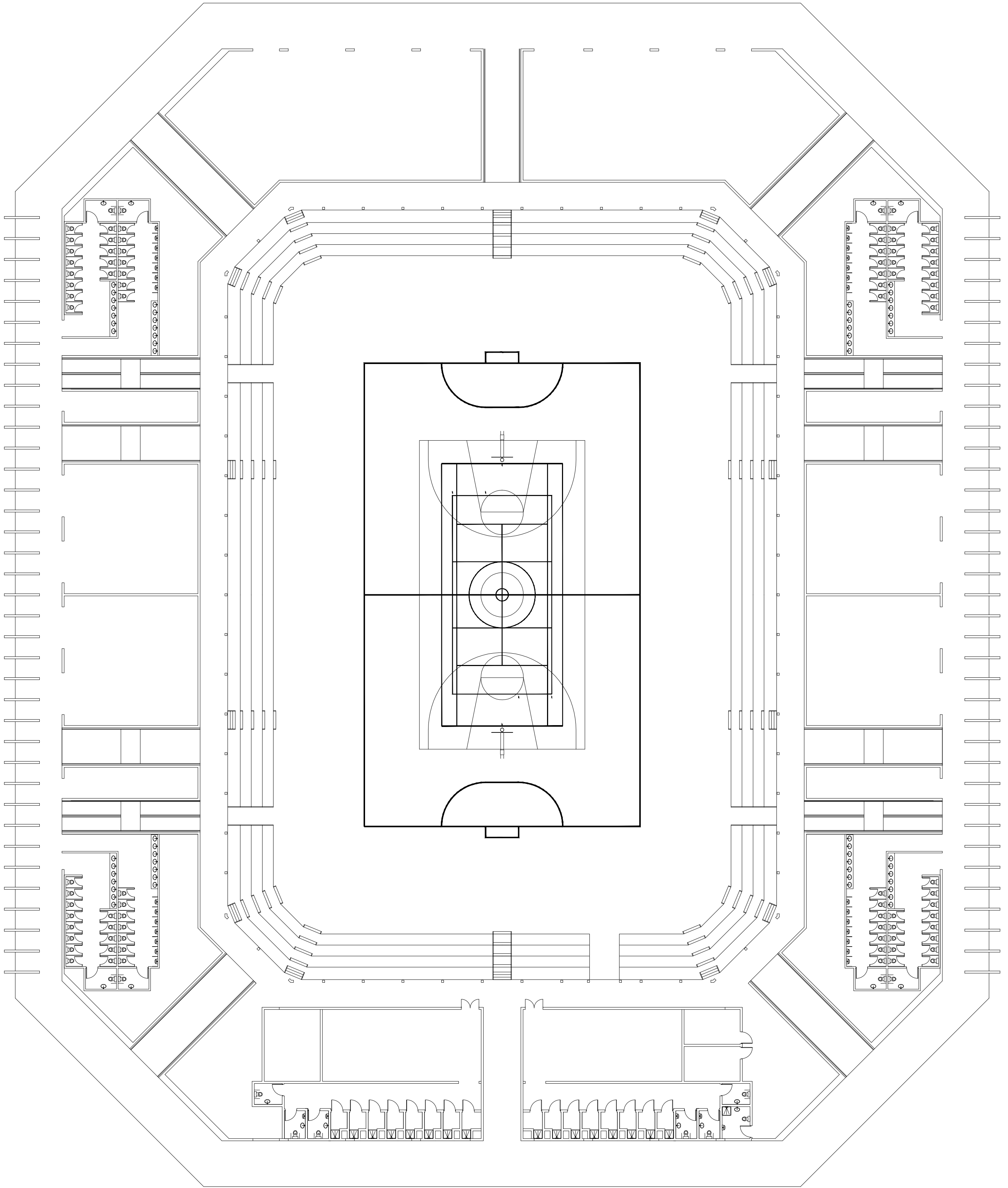
Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC

Plano: Arquitectura - Tribuna Superior

Escala 1:250
Revisión 0

1



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil



Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

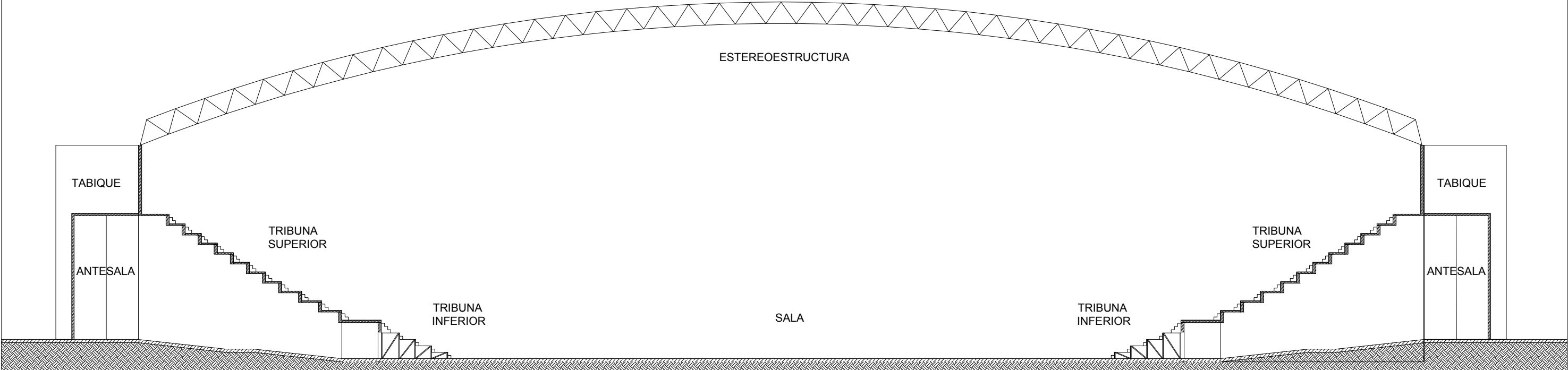
Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC

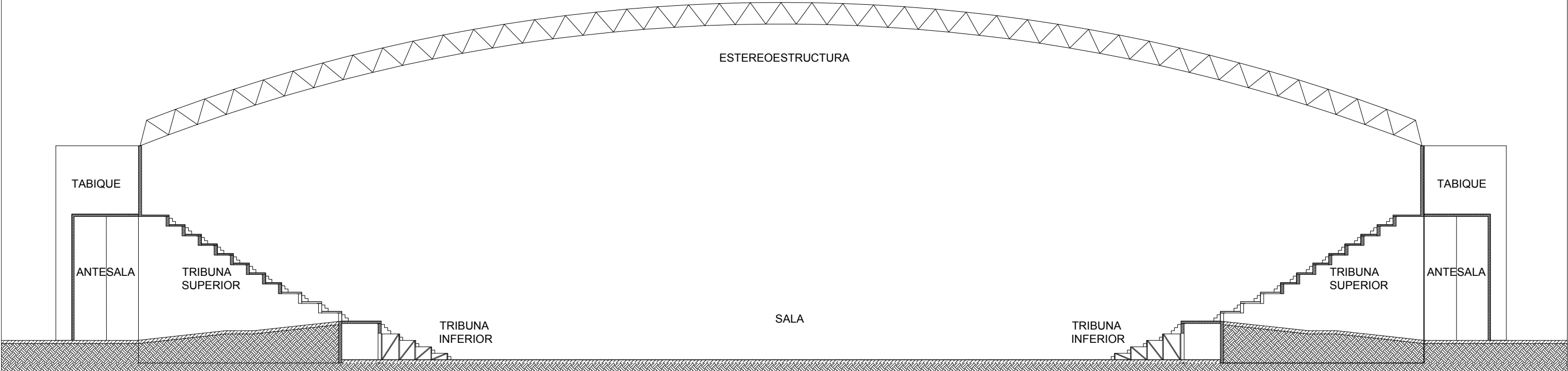
Plano: Arquitectura - Tribuna Inferior

Escala 1:250
Revisión 0

2



CORTE A-A



CORTE B-B

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

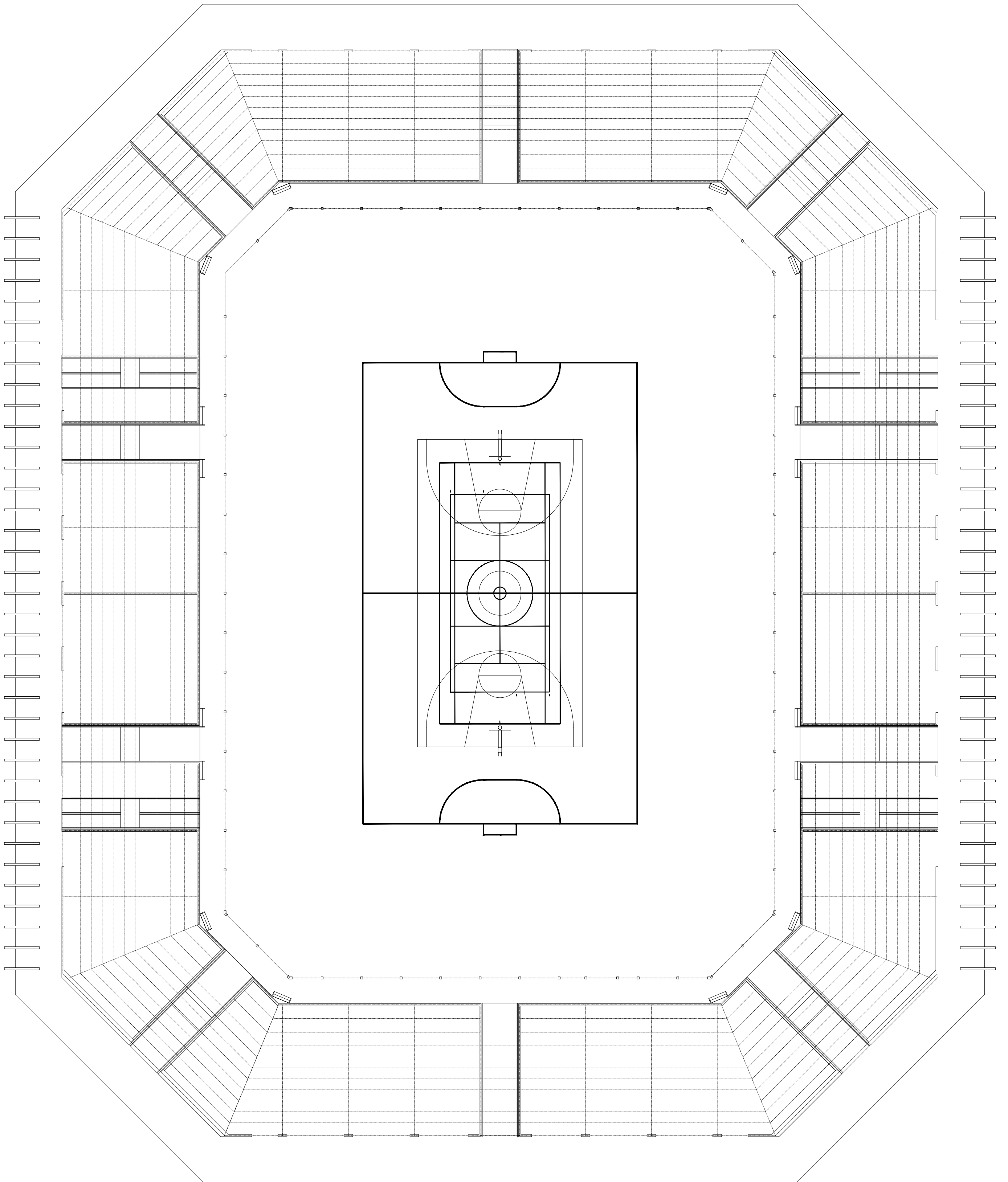
Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

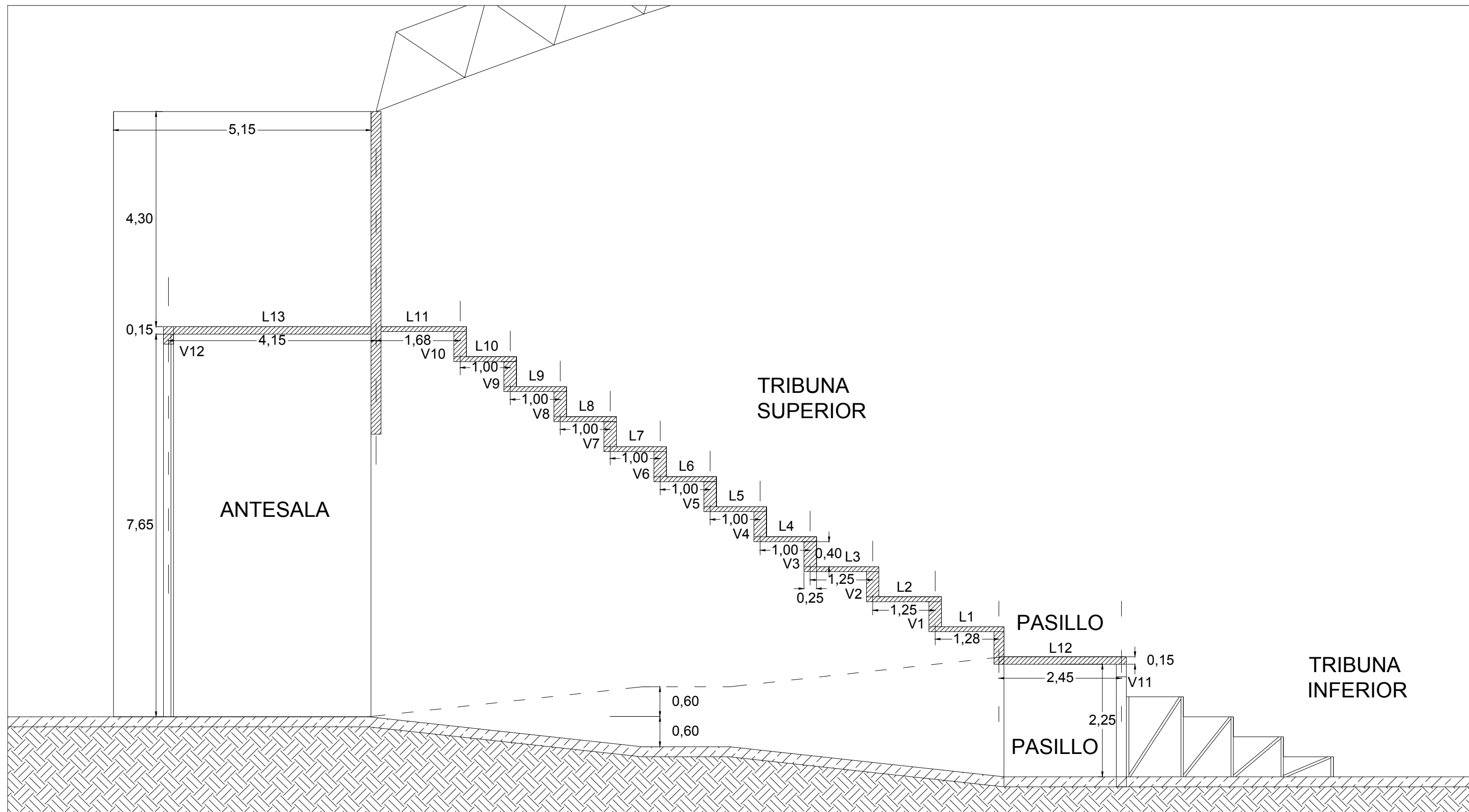
Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC

Plano: Estructura - Vigas y Tabiques

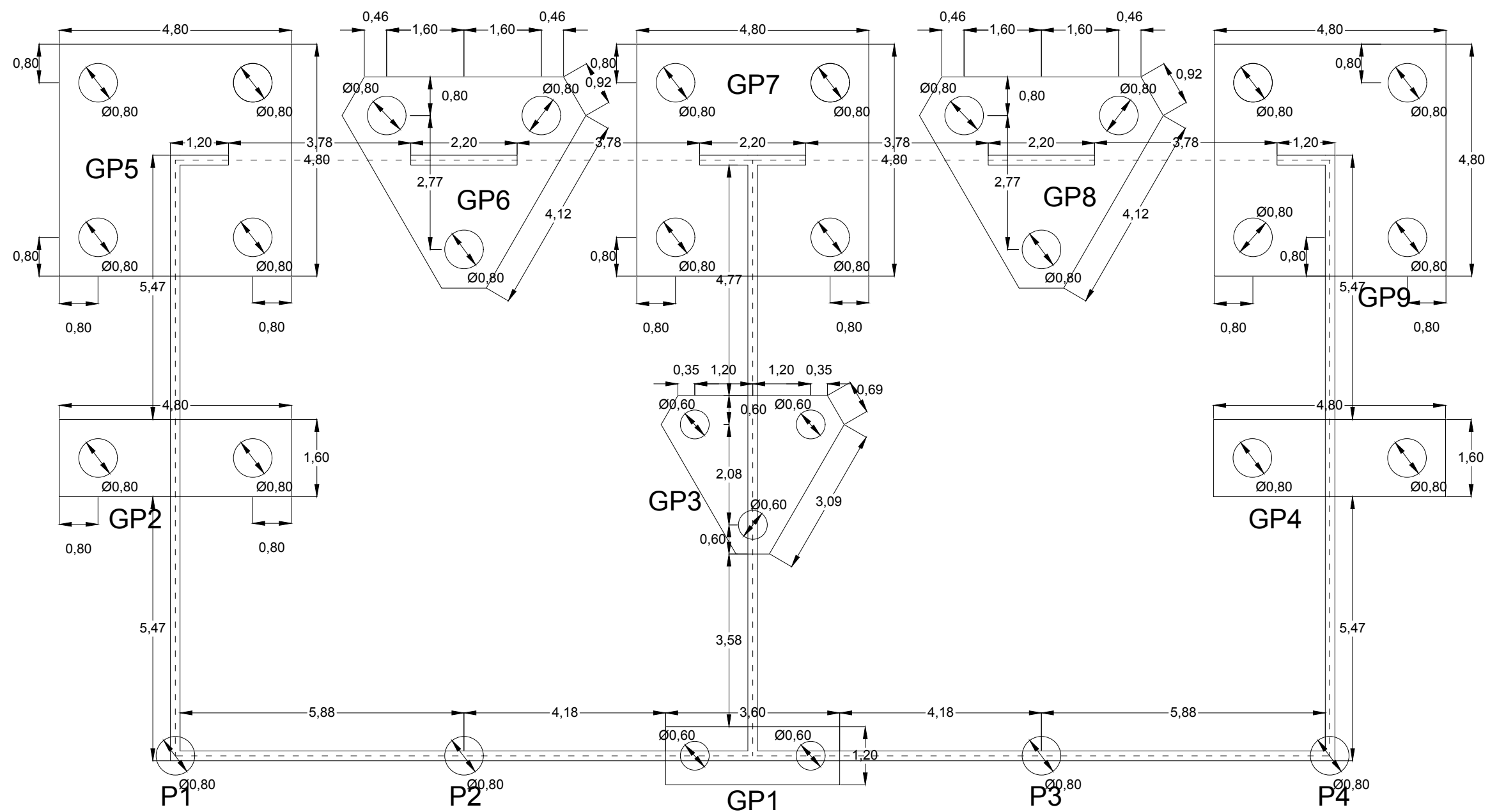
Escala 1:250
Revisión 0

4



CORTE C-C

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		
Facultad de Ingeniería		
Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil		
	Coordinadores de Cátedra: Ing. Facundo Ganacias Ing. Marcos Fontana	Autores / Alumnos: Lucas Antonio Boggio
	Proyecto: Polideportivo UCC	
Plano: Estructura - Corte C-C		Escala 1:75 Revisión 0
		5



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

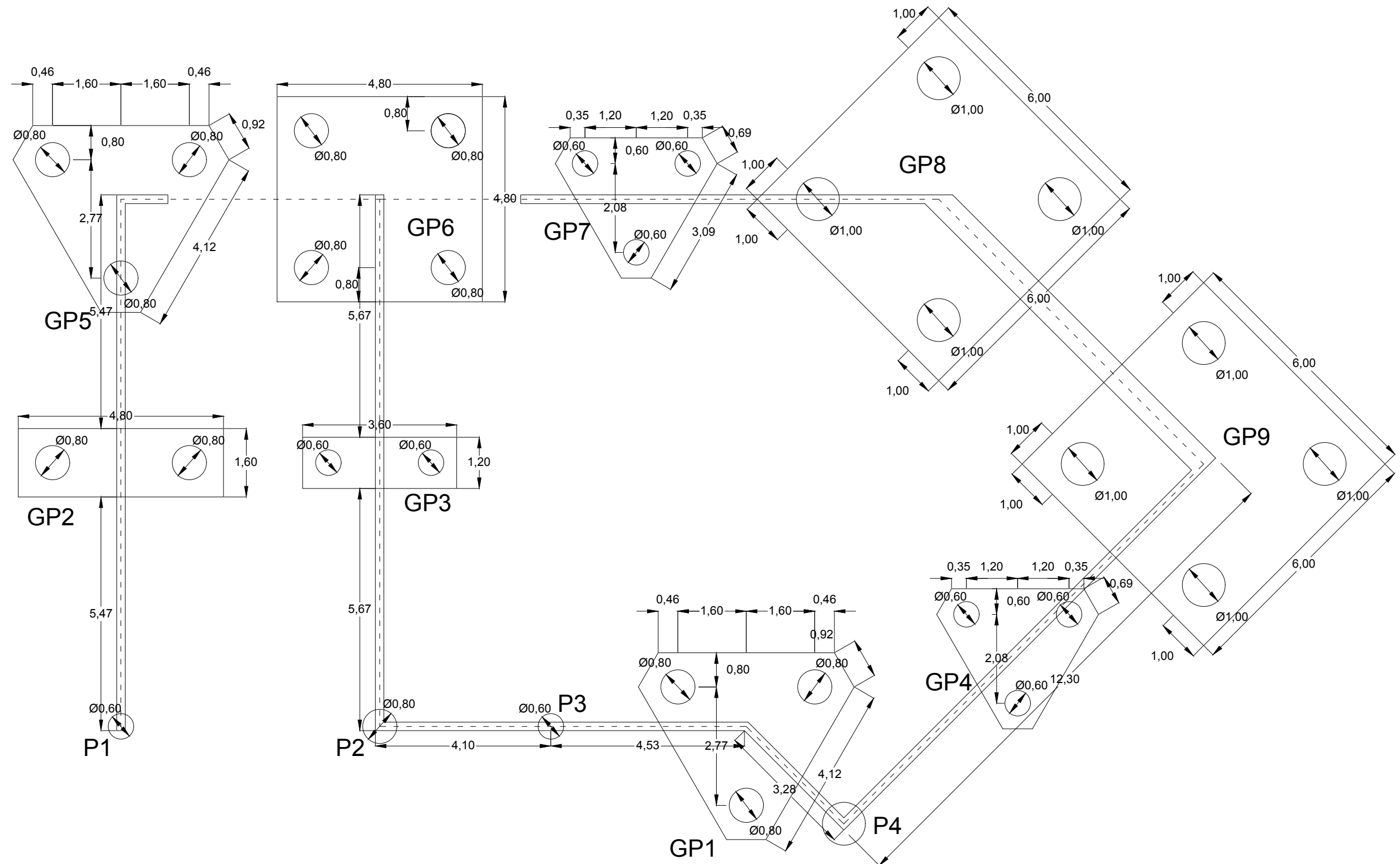
Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC

Plano: Estructura - Fundaciones del Bloque 1

Escala 1:100
Revisión 0

6



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA



Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

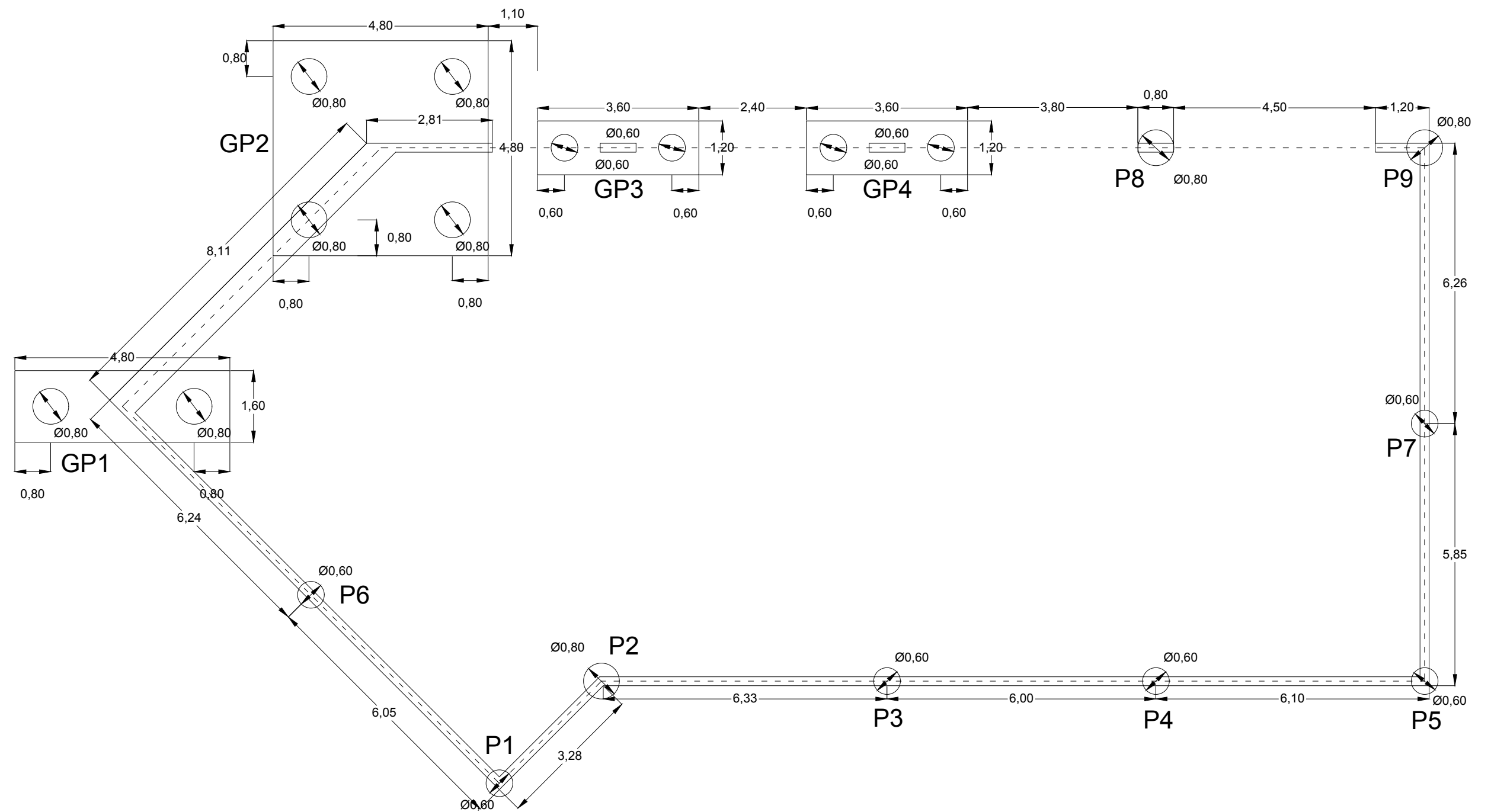
Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC

Plano: Estructura - Fundaciones del Bloque 2

Escala 1:100
Revisión 0

7



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:

Ing. Facundo Ganacias

Ing. Marcos Fontana

Autores / Alumnos:

Lucas Antonio Boggio

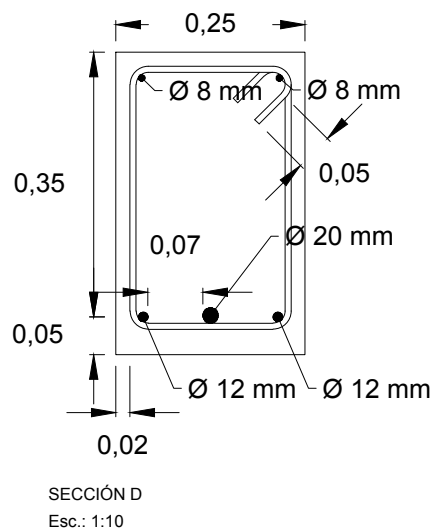
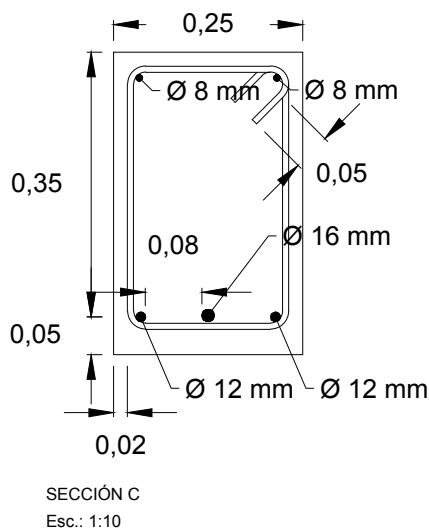
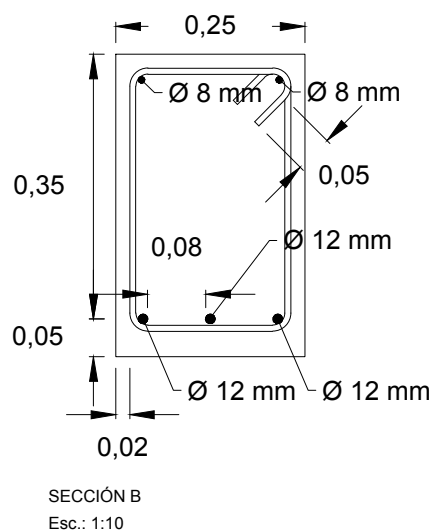
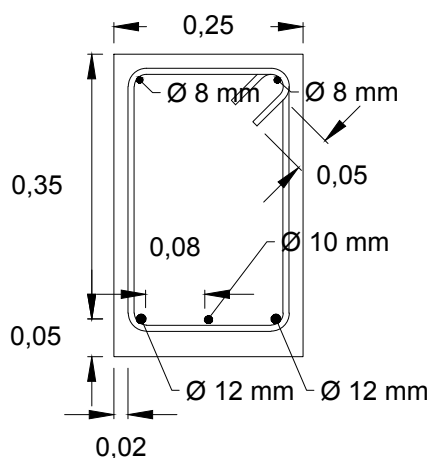
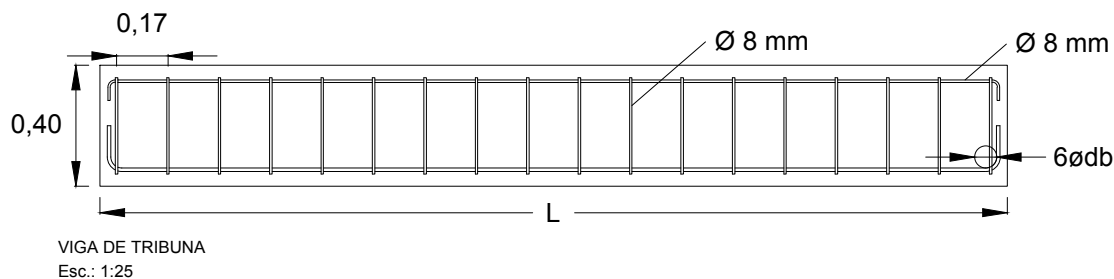
Proyecto: Polideportivo UCC

Plano: Estructura - Fundaciones del bloque 3

Escala 1:100

Revisión 0

8



Nota 1: la longitud (L) y la sección (A, B, C o D) de cada viga debe ser extraída de las Tablas correspondientes presentadas en la redacción del presente Trabajo Final.

Nota 2: el diámetro del mandril de doblado debe ser 6 veces el diámetro de la barra a doblar (db).

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

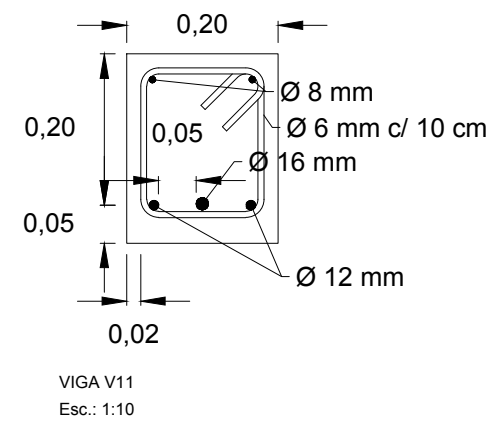
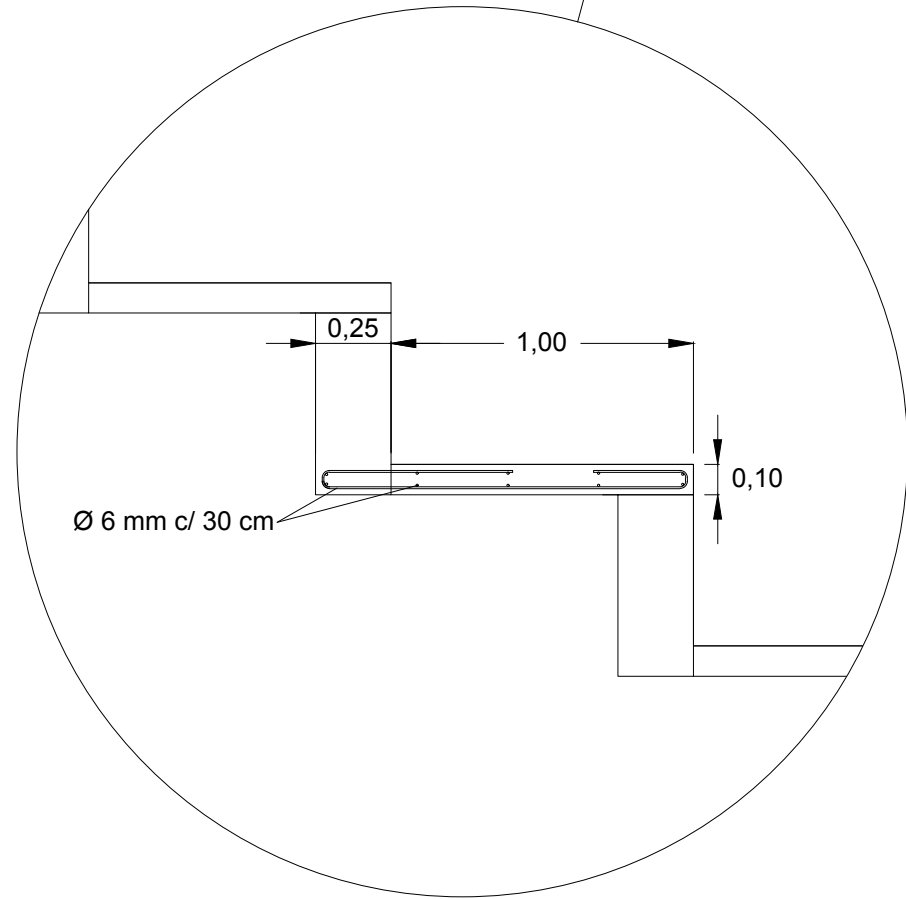
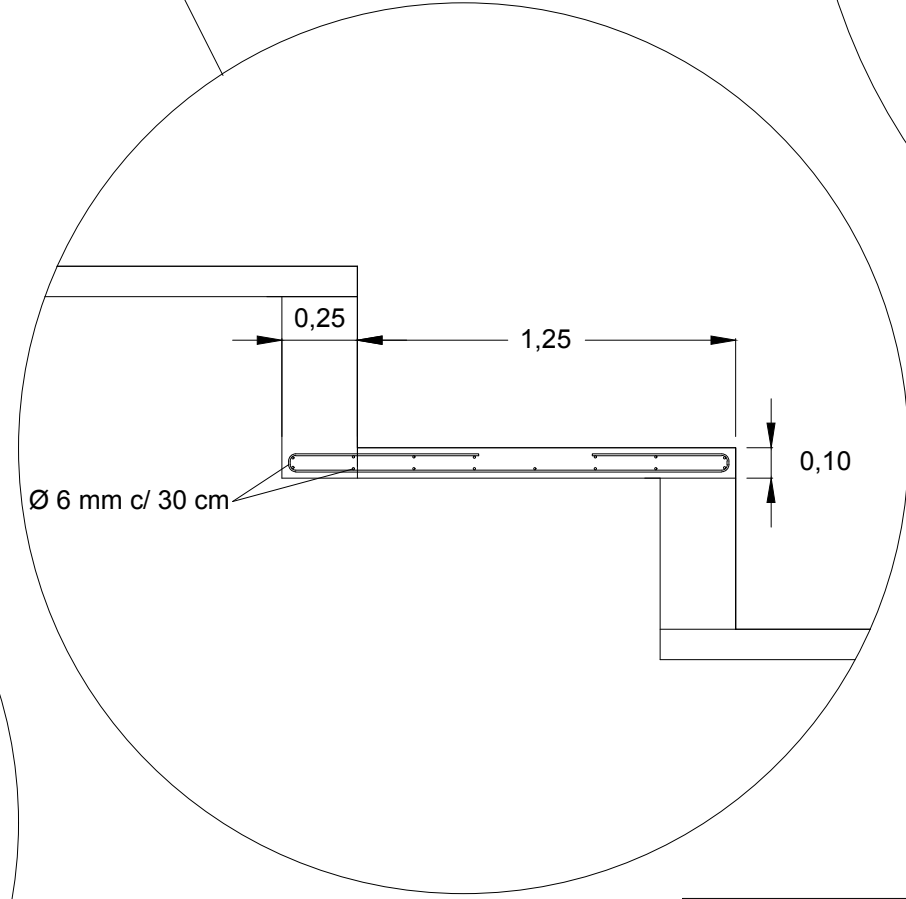
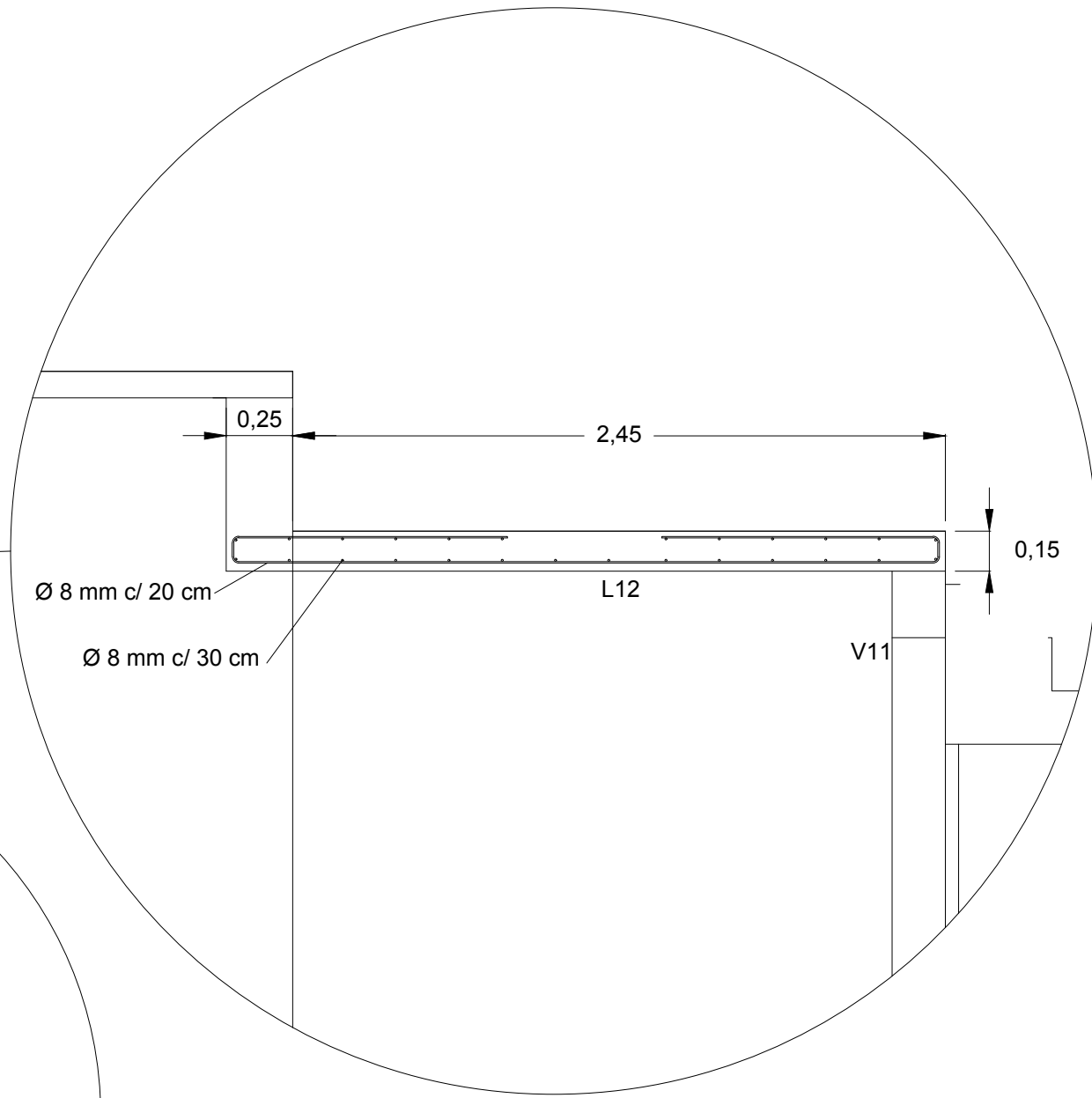
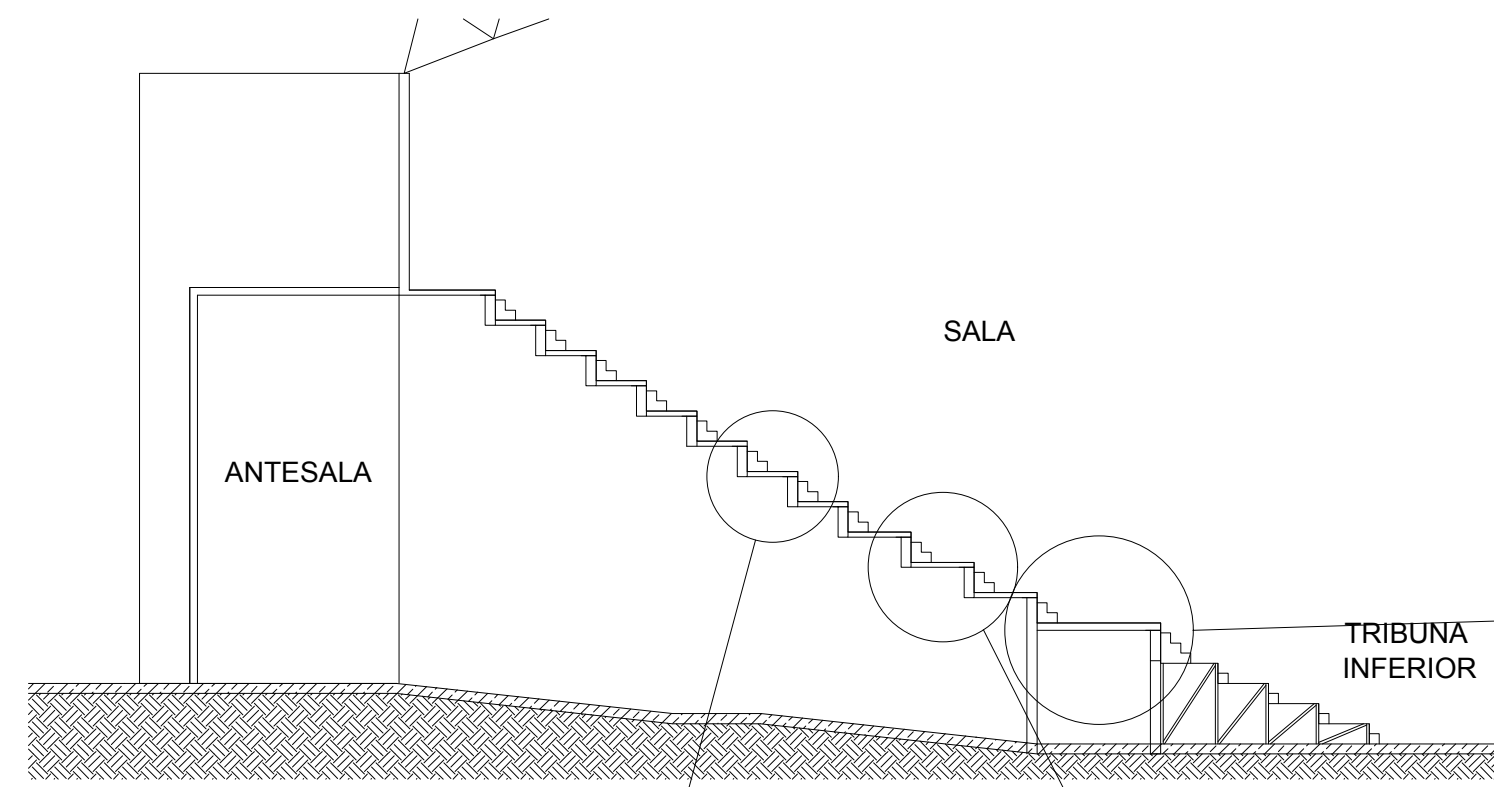
Facultad de Ingeniería

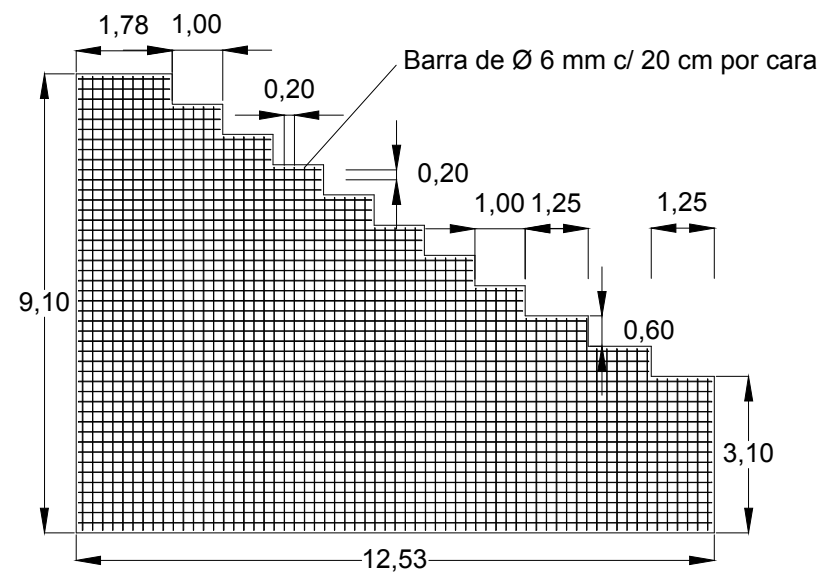
Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

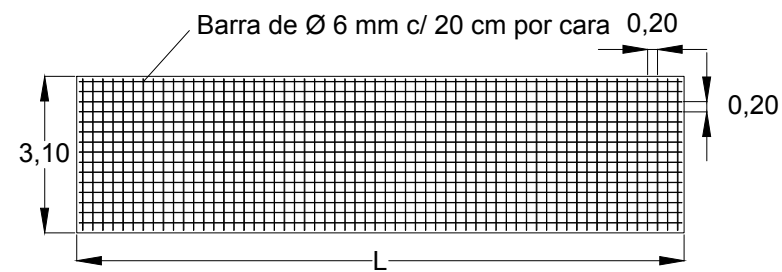
Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC

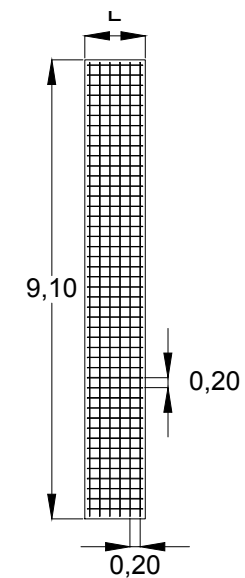




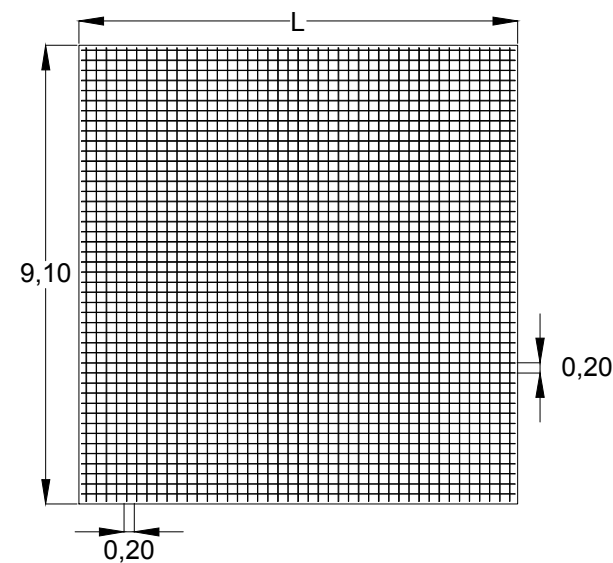
Tabiques (espesor 20 cm):
 -Bloque 1: T1, T2 y T3
 -Bloque 2: T1 y T2



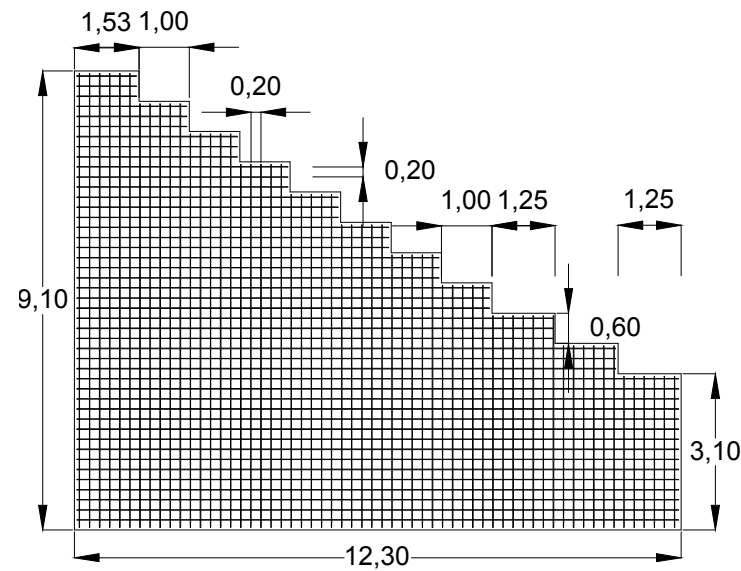
Tabiques (espesor 20 cm):
 -Bloque 1: T4 (L = 24,10 m)
 -Bloque 2: T4 (L = 14,56 m) y T5 (L = 3,16 m)
 -Bloque 3: T3 (L = 2,32 m) y T4 (L = 18,51 m)



Tabiques (espesor 20 cm):
 -Bloque 1: T5 y T9 (L = 1,20 m); T6, T7 y T8 (L = 2,20 m)
 -Bloque 2: T6 (L = 1,20 m) y T7 (L = 10,09 m)
 -Bloque 3: T6 (L = 2,82 m); T7, T8 y T9 (L = 0,80 m) y T10 (L = 1,20 m)

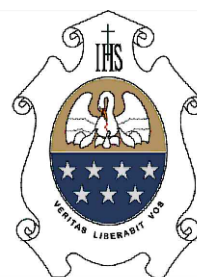


Tabiques (espesor 60 cm):
 -Bloque 2: T8 (L = 8,70 m)
 -Bloque 3: T5 (L = 8,10 m)



Tabiques (espesor 20 cm):
 -Bloque 2: T3

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA



Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
 Ing. Facundo Ganacias
 Ing. Marcos Fontana

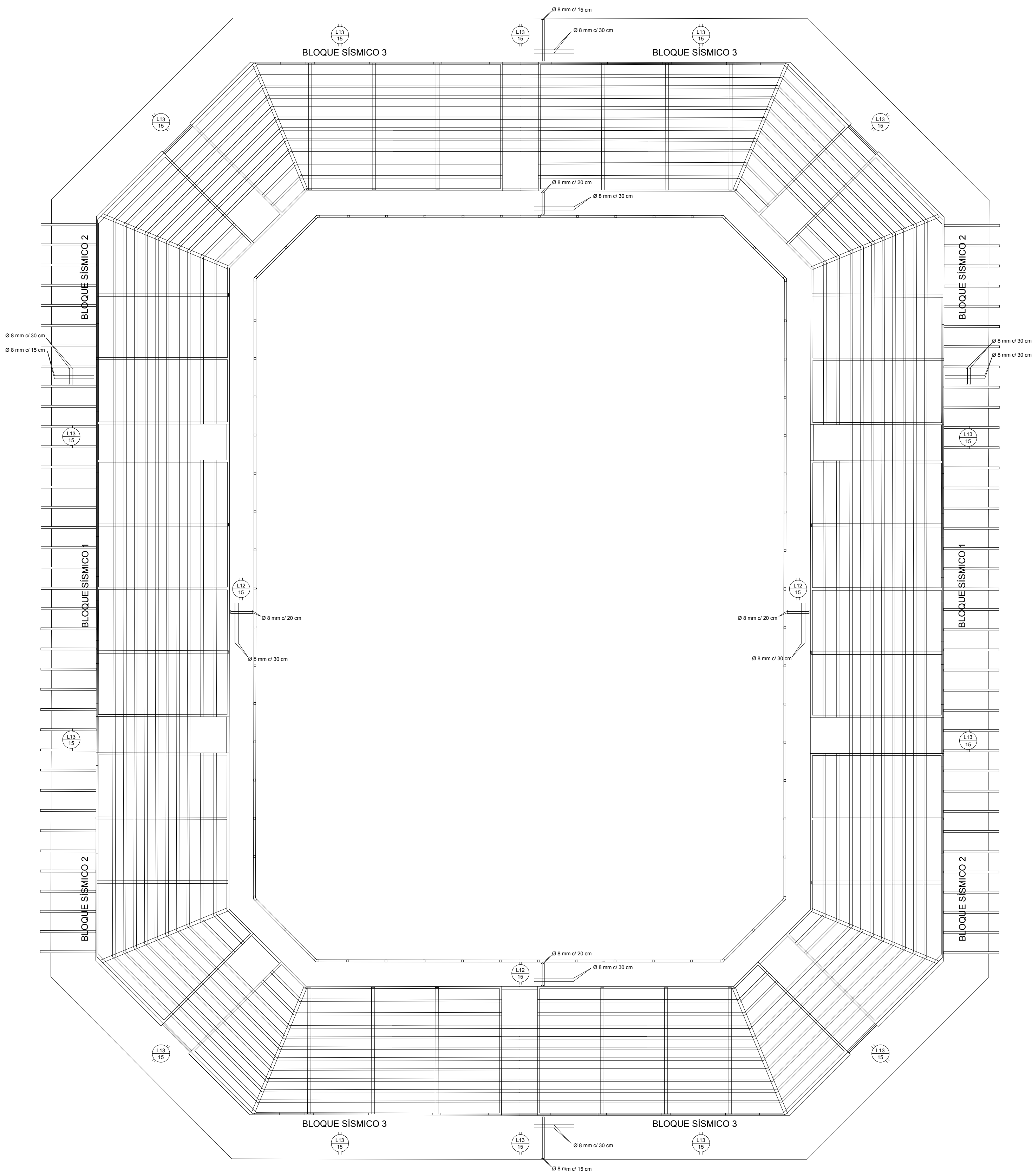
Autores / Alumnos:
 Lucas Antonio Boggio

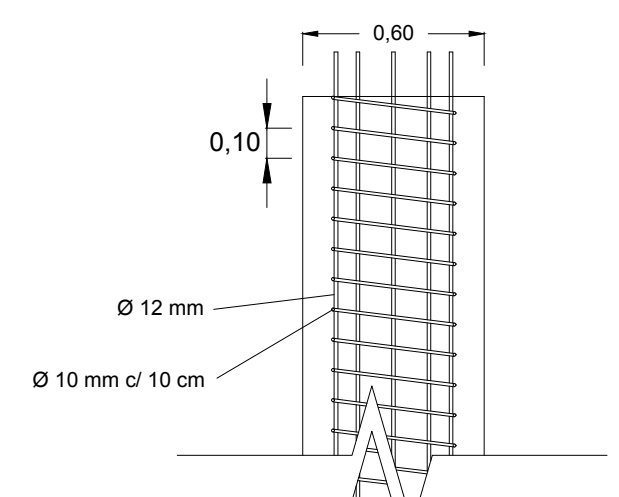
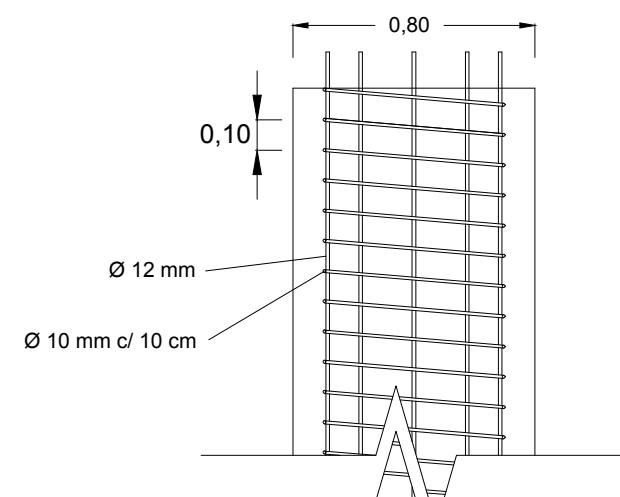
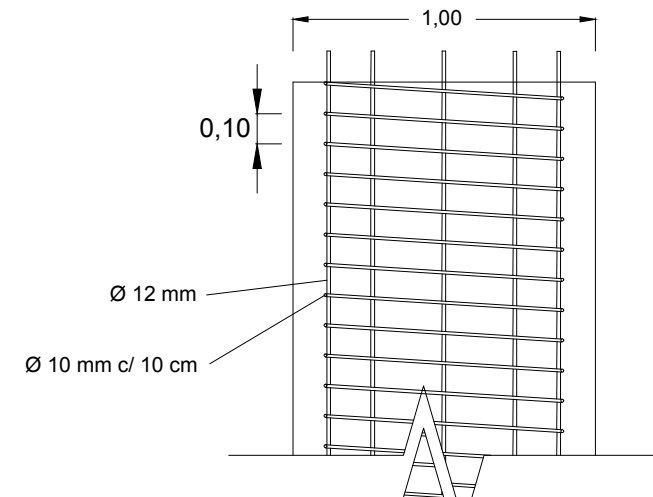
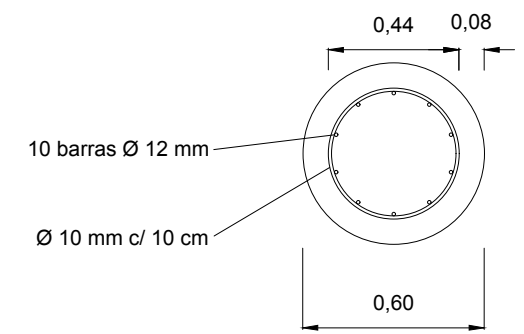
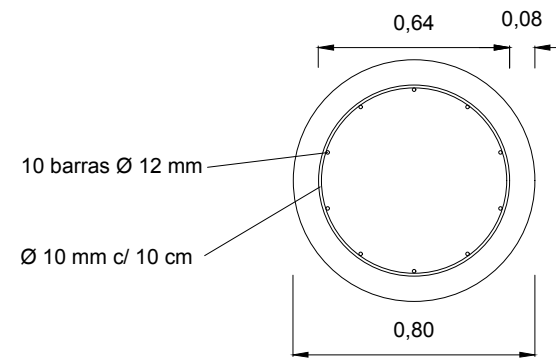
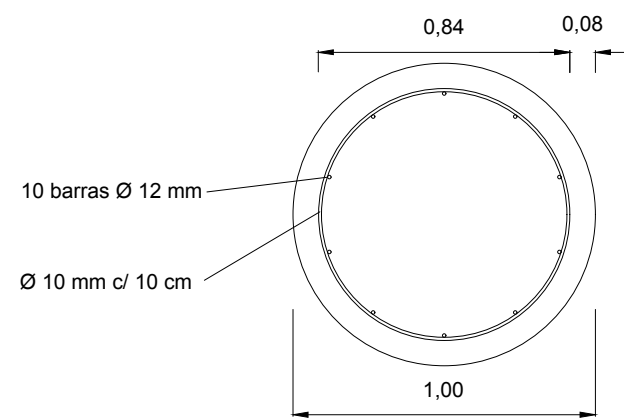
Proyecto: Polideportivo UCC

Plano: Estructura - Detalle de Tabiques

Escala 1:150
 Revisión 0

11





Cota de fundación

Cota de fundación

Cota de fundación

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

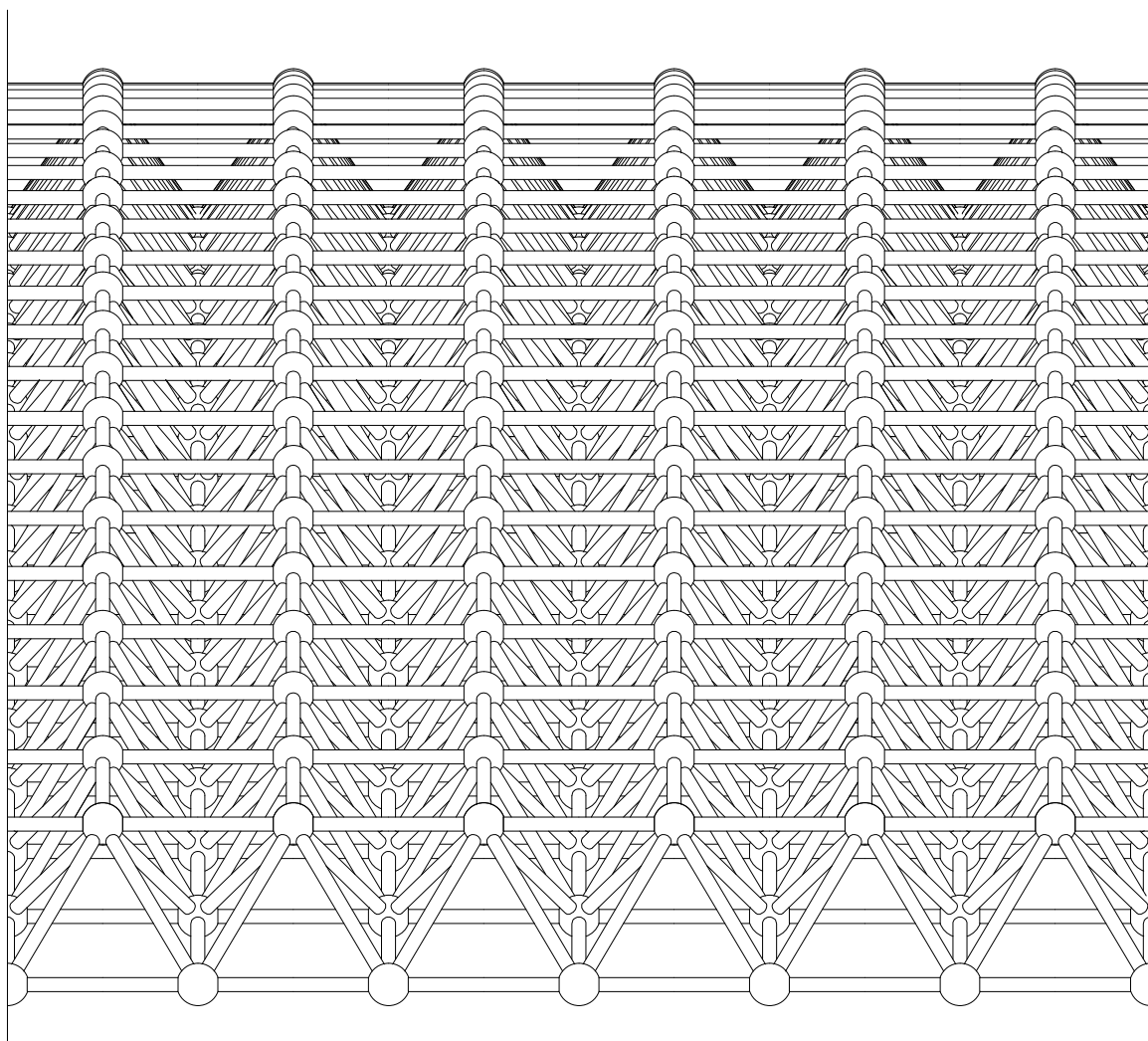
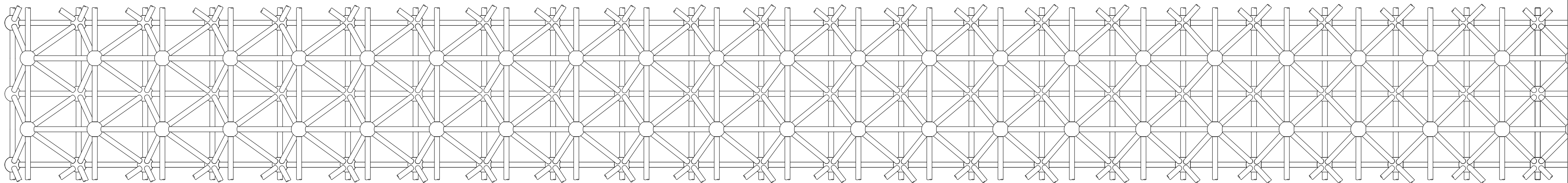
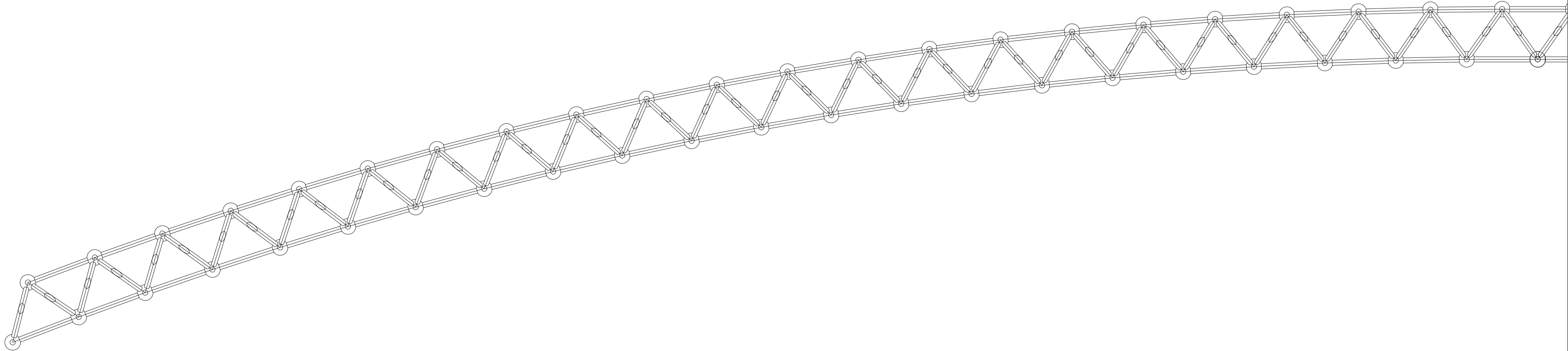
Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC

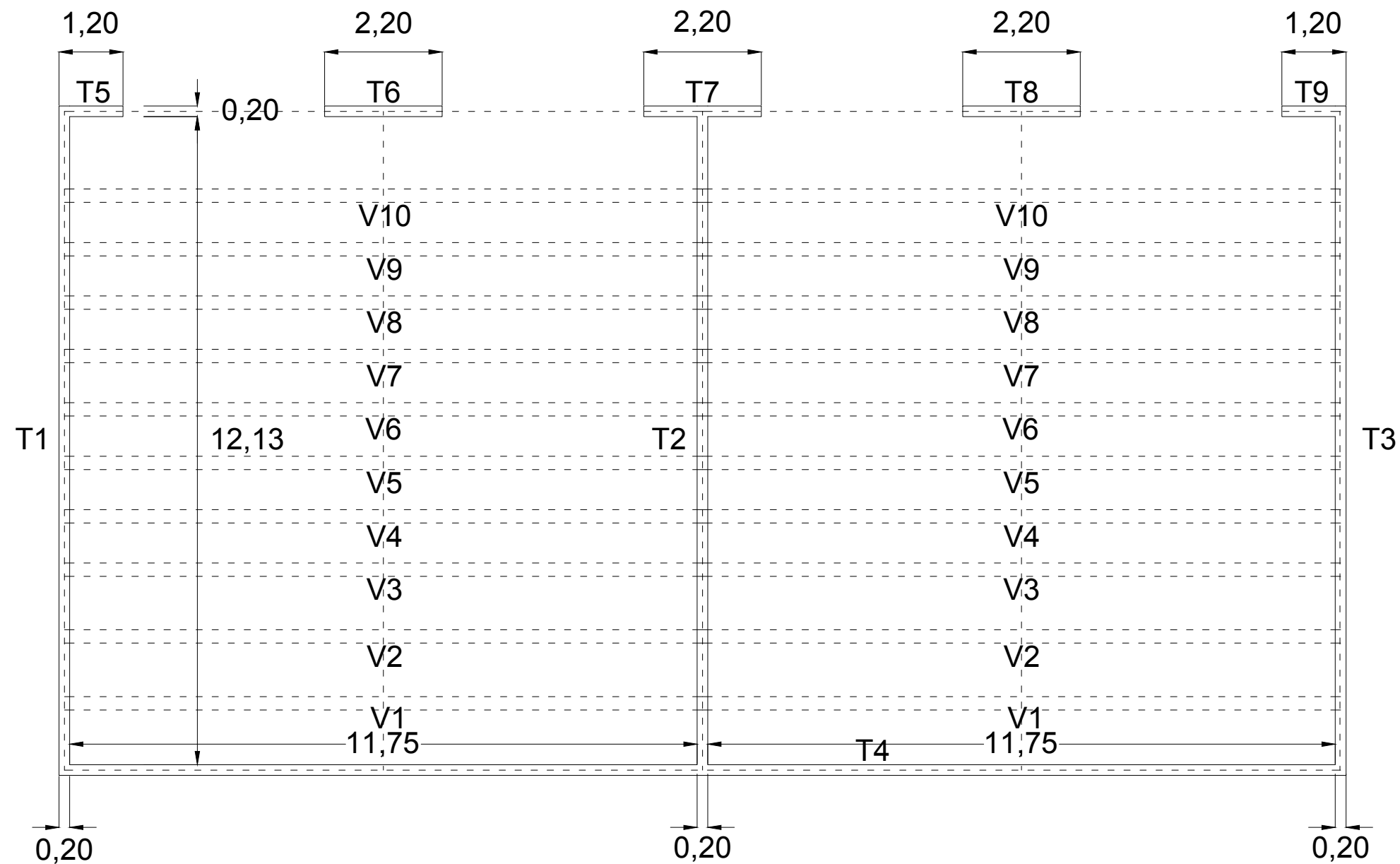
Plano: Fundaciones - Detalle de Pilotes

Escala 1:150
Revisión 0

13



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		
Facultad de Ingeniería		
	Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil	
	Coordinadores de Cátedra: Ing. Facundo Ganacias Ing. Marcos Fontana	Autores / Alumnos: Lucas Antonio Boggio
	Proyecto: Polideportivo UCC	



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA



Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

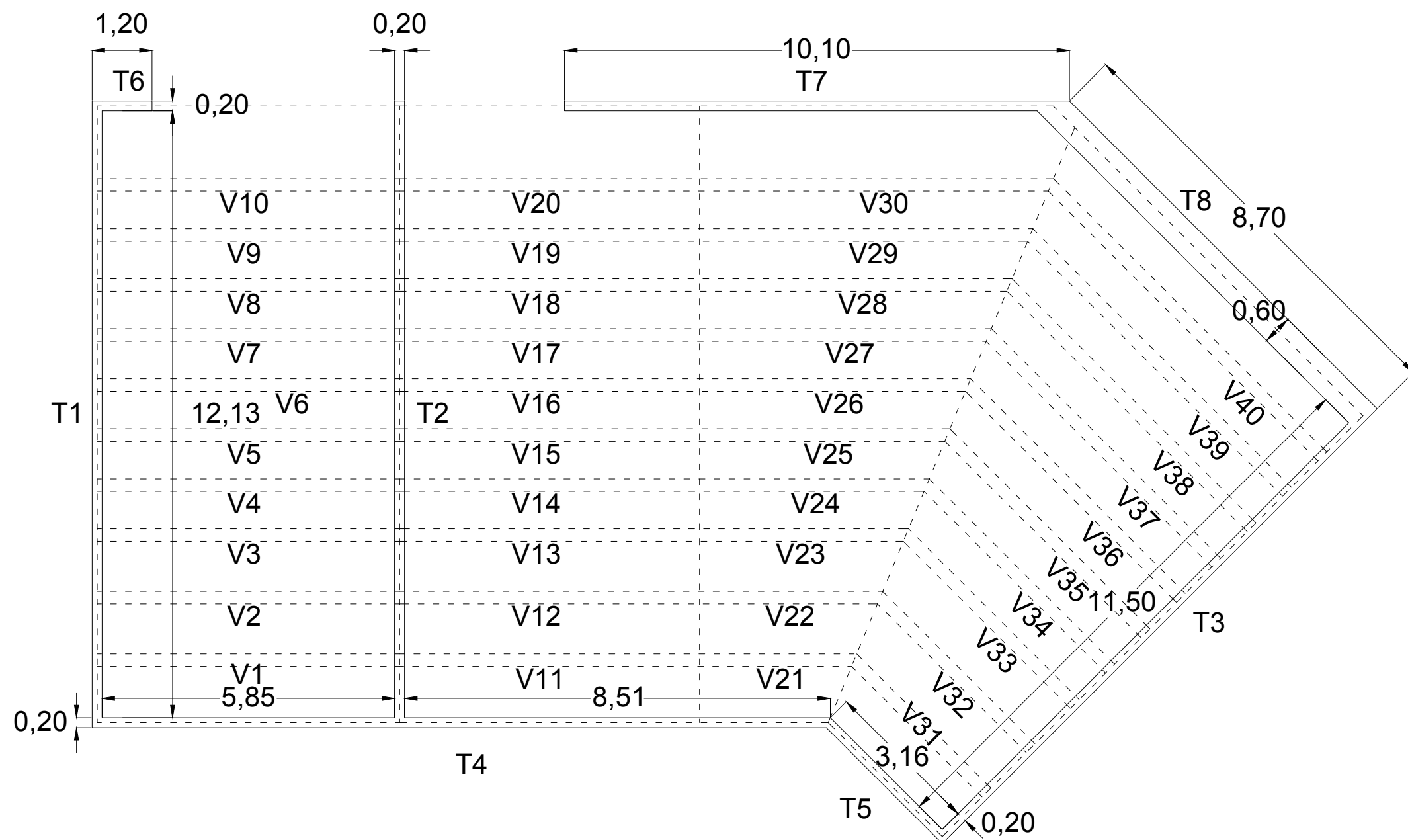
Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC

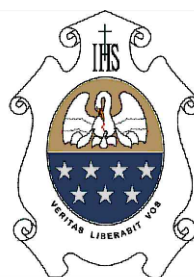
Plano: Estructura - Bajotribuna del Bloque 1

Escala 1:100
Revisión 0

15



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA



Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

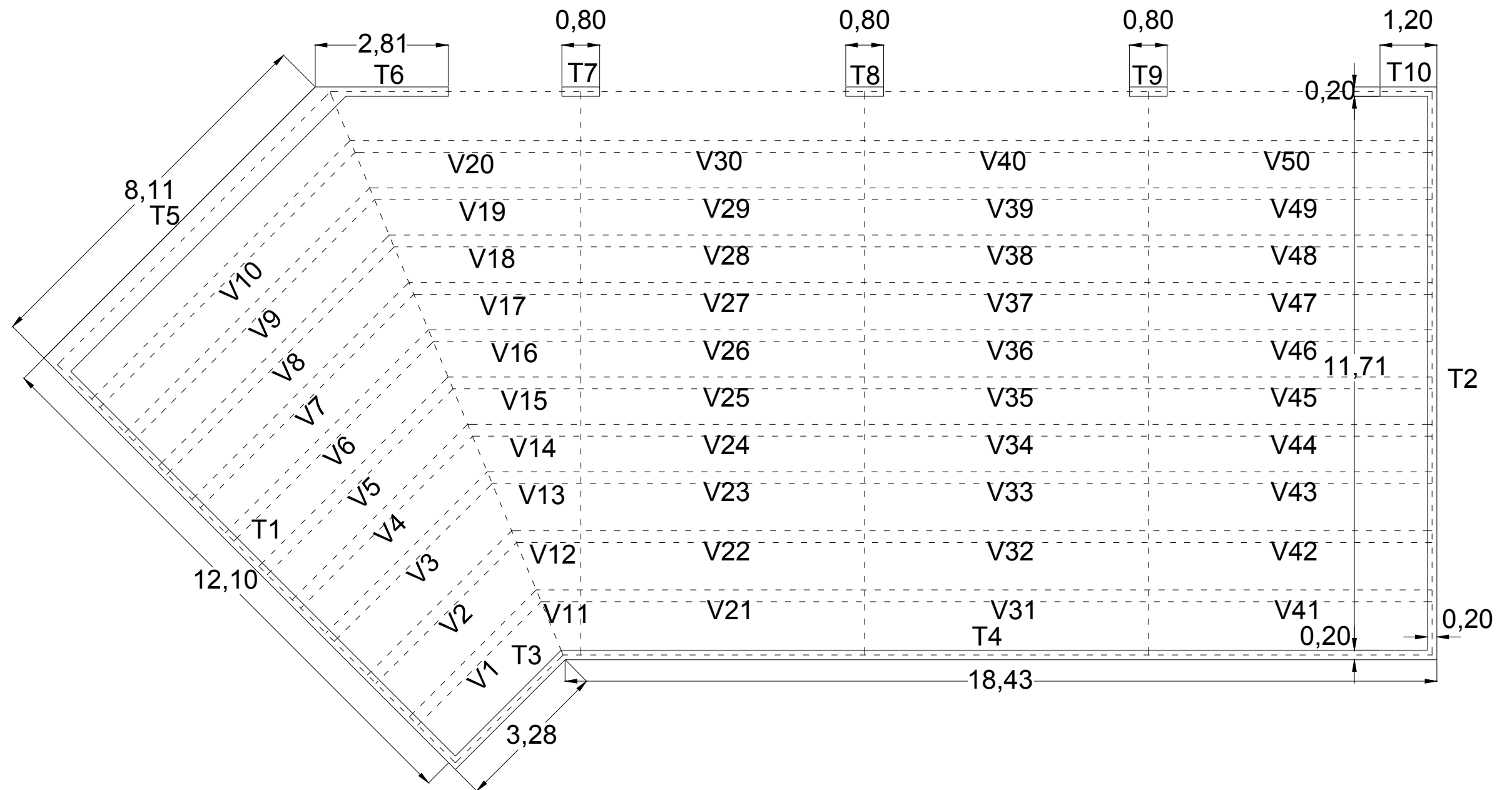
Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC

Plano: Estructura - Bajotribuna del Bloque 2

Escala 1:100
Revisión 0

16



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

Facultad de Ingeniería

Cátedra de Trabajo Final - Ingeniería Civil

Coordinadores de Cátedra:
Ing. Facundo Ganacias
Ing. Marcos Fontana

Autores / Alumnos:
Lucas Antonio Boggio

Proyecto: Polideportivo UCC

Plano: Estructura - Bajotribuna del Bloque 3

Escala 1:100
Revisión 0